核电工程质量策划方案编制指导手册（2025）

中国施工企业管理协会

2025 年 4 月

核电工程质量策划方案

编制指导手册（2025）

编写单位：中国核能行业协会
上海和运工程咨询有限公司
上海核工程研究设计院股份有限公司
华能霞浦核电有限公司
中国核工业第二二建设有限公司
中核国电漳州能源有限公司
中广核惠州核电有限公司
编写人员：牛玉飞、荀敏、韩兰英、赵辉、胡智威、刘晓婉、鲍兴华、李忠君

目　录

1 总则.....3
1.1 目的.....3
1.2 适用范围.....3
1.3 编写步骤.....3
2 编制内容.....3
2.1 编制说明.....3
2.2 编制依据.....4
2.3 工程概况.....11
2.4 工程特点、难点及重点.....12
2.5 质量目标和目标分解.....33
2.6 质量风险分析.....37
2.7 质量保证要素策划.....39
2.8 设计质量管理.....44
2.9 科技创新及新技术推广应用策划.....47
2.10 技术管理策划.....49
2.11 工程实体质量策划.....55
2.12 绿色建造策划.....100
2.13 安全文明施工与环境保护策划.....105
2.14 智能建造策划.....113
2.15 质量工作进度策划.....122
2.16 工程交付说明书策划.....123
2.17 创优申报条件符合性和工程影像资料策划.....123

1 总则

1.1 目的

为了提高核电工程质量策划方案的编制质量，规范质量策划方案的编制程序，更好地指导项目提升工程质量，特制定本指导手册。

1.2 适用范围

本指导手册适用于新建、改建、扩建的核电工程建设质量策划方案编制工作。

本指导手册中质量策划图例仅作为项目质量策划参考，不作为实际施工依据。

1.3 编写步骤

（1）编写立项

（2）明确质量目标（含相关目标）

（3）熟悉工程设计内容

（4）收集相关资料（有关规范、规程和标准、细部做法及他人经验）

（5）制定编写计划

（6）组织与分工（主要负责人、编写成员、分包及协作单位）

（7）编写初稿

（8）集中研讨

（9）修改、完善

（10）审核、审批

（11）下发执行

（12）根据实际情况动态调整

2 编制内容

2.1 编制说明

主要包括：编写目的、意义及内容简介等。

案例：

为提升工程系统性、科学性和规范性管理，切实提高工程建设质量和机组整体移交水平，实现争创国家级工程高水平奖项（如有具体目标，可直接写出，例如“争创国家优质工程金奖”）的总体目标，按照工程建设项目评优标准，提前策划、精心组织、周密部署、分解目标，细化任务，落实质量提升各项保障措施，，实现工程质量持续提升。

深入贯彻落实国家《质量发展纲要》和《中共中央国务院关于开展质量提升行动的指导意见》，秉持“百年大计、质量第一”的方针，坚定不移地推进质量强企战略。围绕工程创国优的目标，按照“追求卓越、铸就经典”的国优工程创建理念，强化全员创优意识，激发全体员工的积极性和创造性；强化过程创优意识，确保每一个环节、每一个细节都达到最高标准。以高标准建成设计领先、技术先进、质量优良、管理卓越、绩效良好、节能环保的核电工程项目为目标，全面提升工程建设的整体水平。这不仅要求我们在设计理念上追求创新，在技术应用上追求先进，在质量管理上追求卓越，在项目管理上追求高效，在环境保护上追求绿色，在经济效益上追求良好。

本文件适用于建设、监理、总承包、施工等各参建单位的工程质量提升管理及实施。各参建单位应按本规划提出的工程质量提升目标和管理要求，细化制定本单位合同范围内的质量提升指标和实施保证措施。

2.2 编制依据

主要包括：合同要求、设计图纸、施工组织设计，规范、规程和标准、地方质量规定和所创奖项（国优奖）、企业标准等有关要求。

案例：

各类施工文件

序号	文件内容	编号
1	施工合同及招标文件	XX
2	本工程施工组织设计	XX
3	项目蓝图（图审盖章）	XX
4	项目岩土工程勘察报告	XX
5	招标工程量清单与工程量清单编制说明	XX
6	项目相关答疑文件	XX
7	企业各项管理手册和程序文件	XX
8	图纸会审记录及设计变更通知单	XX

国家法律法规

序号	法律法规、部门规章号	名称
1	主席令第 17 号	中华人民共和国传染病防治法（修订）
2	主席令第 22 号	中华人民共和国环境保护法
3	主席令第 26 号	中华人民共和国海洋环境保护法
4	主席令第 28 号	中华人民共和国劳动法
5	主席令第 31 号[2004]	中华人民共和国固体废物污染环境防治法
6	主席令第 32 号	中华人民共和国大气污染防治法
7	主席令第 33 号	中华人民共和国可再生能源法
8	主席令第 60 号	中华人民共和国职业病防治法
9	主席令第 65 号	中华人民共和国劳动合同法
10	主席令第 69 号	中华人民共和国突发事件应对法
11	主席令第 6 号	中华人民共和国消防法(修订）
12	主席令第 6 号	中华人民共和国放射性污染防治法
13	主席令第 70 号	中华人民共和国安全生产法
14	主席令第 72 号	中华人民共和国清洁生产促进法
15	主席令第 77 号	中华人民共和国环境影响评价法
16	主席令第 77 号	中华人民共和国节约能源法(修订)
17	主席令第 77 号	中华人民共和国环境噪声污染防治法
18	主席令第 81 号	中华人民共和国道路交通安全法（修订）
19	主席令第 87 号	中华人民共和国水污染防治法(修订)
20	主席令第 92 号	中华人民共和国建筑法

序号	法律法规、部门规章号	名称
21	主席令第 28 号	中华人民共和国劳动法
22	主席令第 6 号	中华人民共和国消防法(修订)
23	主席令第 40 号	中华人民共和国妇女权益保障法（修订）
24	主席令第 6 号	中华人民共和国放射性污染防治法
25	主席令第 21 号	中华人民共和国招标投标法
26	国务院令第 146 号	国务院关于职工工作时间的规定
27	国务院令第 253 号	建设项目环境保护管理条例
28	国务院令第 284 号	中华人民共和国水污染防治法实施细则
29	国务院令第 302 号	国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定
30	国务院令第 344 号	危险化学品安全管理条例
31	国务院令第 352 号	使用有毒物品作业场所劳动保护条例
32	国务院令第 376 号	突发公共卫生事件应急条例
33	国务院令第 393 号	建设工程安全生产管理条例
34	国务院令第 397 号	安全生产许可证条例
35	国务院令第 397 号	民用爆炸物品安全管理条例
36	国务院令第 405 号	中华人民共和国道路交通安全法实施条例
37	国务院令第 406 号	中华人民共和国道路运输条例
38	国务院令第 421 号	企业事业单位内部治安保卫条例
39	国务院令第 423 号	劳动保障监察条例
40	国务院令第 449 号	放射性同位素与射线装置安全和防护条例
41	国务院令第 493 号	生产安全事故报告和调查处理条例
42	国务院令第 535 号	中华人民共和国劳动合同法实施条例
43	国务院令第 549 号	特种设备安全监察条例（修订）
44	国务院令第 527 号	对外承包工程管理条例
45	国务院令第 69 号	中华人民共和国突发事件应对法
46	国务院令第 124 号	核电厂核事故应急管理条例
47	卫防钱字第 207 号	防暑降温措施暂行办法
48	安监管人字[2002]123 号	关于生产经营单位主要负责人安全生产管理人员及其他从业人员安全生产培训考核工作的意见
49	安监局煤监局令第 20 号	安全生产培训管理办法
50	安监总局令第 13 号	《生产安全事故报告和调查处理条例》罚款处罚暂行规定
51	安监总局令第 16 号	安全生产事故隐患排查治理暂行规定
52	安监总局令第 17 号	生产安全事故应急预案管理办法
53	安监总局令第 1 号	劳动防护用品监督管理规定
54	安监总局令第 21 号	生产安全事故信息报告和处置办法
55	安监总局令第 23 号	作业场所职业健康监督管理暂行规定

序号	法律法规、部门规章号	名称
56	安监总局令第 30 号	特种作业人员安全技术培训考核管理规定
57	安监总局令第 36 号	建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法
58	安监总局令第 3 号	生产经营单位安全培训规定
59	公安部令 30 号	建筑工程消防监督审核管理规定
60	公安部令 91 号	机动车驾驶证申领和使用规定
61	公安部令第 100 号	火灾事故调查规定修正案
62	公安部令第 104 号	道路交通事故处理程序规定
63	公安部令第 105 号	道路交通安全违法行为处理程序规定
64	公安部令第 106 号	建设工程消防监督管理规定
65	公安部令第 107 号	消防监督检查规定
66	公安部令第 108 号	火灾事故调查规定
67	公安部令第 109 号	社会消防安全教育培训规定
68	公安部令第 61 号	机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定
69	公安部令第 6 号	仓库防火安全管理规则
70	国发[1987]105 号	中华人民共和国尘肺病防治条例
71	国发[1996]31 号	国务院关于环境保护若干问题的决定
72	国发[2004]2 号	国务院关于进一步加强安全生产工作的决定
73	国经贸安全[2000]189 号	劳动防护用品配备标准(试行)
74	国资发考核[2004]179 号	关于进一步加强中央企业安全生产工作的通知
75	国资委令第 24 号	中央企业安全生产禁令
76	国资委令第 21 号	中央企业安全生产监督管理暂行办法
77	监察部、安监总局令第 11 号	安全生产领域违法违纪行为政纪处分暂行规定
78	建办[2005]89 号	建筑工程安全防护、文明施工措施费用及使用管理规定
79	建办质[2008]41 号	关于建筑施工特种作业人员考核工作的实施意见
80	建设部令第 166 号	建筑起重机械安全监督管理规定
81	建设部令第 81 号	实施工程建设强制性标准监督规定
82	建质[2003]82 号	建筑工程预防高处坠落事故若干规定
83	建质[2003]82 号	建筑工程预防坍塌事故若干规定
84	建质[2004]59 号	建筑施工企业主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员安全生产考核管理暂行规定
85	建质[2007]255 号	建筑施工人员个人劳动保护用品使用管理暂行规定
86	建质[2008]75 号	建筑施工特种作业人员管理规定
87	建质[2008]76 号	建筑起重机械备案登记办法
88	建质[2008]91 号	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
89	建质[2009]254 号	建设工程高大模板支撑系统施工安全监督管理导则
90	住建部[2018]37 号	危险性较大的分部分项工程安全管理规定

序号	法律法规、部门规章号	名称
91	建质函[2004]189 号	中央管理的建筑施工企业（集团公司、总公司）主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员安全生产考核管理实施细则
92	建质[2010]170 号	关于做好《建筑业 10 项新技术（2010）》推广应用的通知
93	建办质[2021]48 号	危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南
94	建质[2003]82 号	建筑工程预防坍塌事故若干规定
95	建质[2003]82 号	建筑工程预防高处坠落事故若干规定
96	建标[2000]85 号	工程建设标准强制性条文(房屋建筑部分)
97	经贸委公告 2001 年第 30 号	职业安全健康管理体系审核规范
98	经贸委令第 35 号	危险化学品登记管理办法
99	劳安字[1991]2 号	粉尘危害分级监察规定
100	劳安字[1990]16 号	漏电保护器安全监察规定
101	劳安字[91]23 号	《企业职工伤亡事故报告和处理规定》有关问题的解释
102	劳办发[1993]140 号	劳动部办公厅关于印发（企业职工伤亡事故报告统计问题解答）的通知
103	劳办计字[1992]21 号	关于实施《企业职工伤亡事故统计报表制度》有关事项的通知
104	劳部发(1996)423 号	工作场所安全使用化学品规定
105	劳部发[1995]405 号	企业职工劳动安全卫生教育管理规定
106	劳部发[1996]138 号	劳动防护用品管理规定
107	劳部发[1996]266 号	企业职工工伤保险试行办法
108	劳部发＜1994＞50 号	有毒作业危害分级监察规定
109	劳动部令第 3 号	建设项目（工程）劳动安全卫生监督规定
110	劳计字[1992]74 号	关于印发《企业职工伤亡事故统计报表制度》的通知
111	人社部令第 8 号	工伤认定办法
112	卫法监发[2002]63 号令	职业病危害因素分类目录
113	卫法监发[02]63 号	建设项目职业病危害评价规范
114	卫法监发〔2002〕108 号	职业病目录
115	卫防字[1987]第 60 号	职业病范围和职业病患者处理办法
116	卫妇发（1993）第 11 号	女职工保健工作规定
117	卫生部、公安部令第 16 号	放射事故管理规定
118	卫生部令 23 号	职业健康监护管理办法
119	卫生部令 24 号	职业病诊断与鉴定管理办法
120	卫生部令 25 号	职业病危害事故调查处理办法
121	卫生部令第 49 号	建设项目职业病危害分类管理办法
122	卫生部令第 53 号	生活饮用水卫生监督管理办法

序号	法律法规、部门规章号	名称
123	卫生部令第 8 号	食物中毒事故处理办法
124	质技监局第 13 号令	特种设备质量监督与安全监察规定
125	质检总局令第 115 号	特种设备事故报告和调查处理规定
126	质检总局令第 46 号	气瓶安全监察规定
127	质检总局令第 70 号	特种设备作业人员监督管理办法
128	质检总局令第 92 号	起重机械安全监察规定

国家核安全法规和导则

序号	编号	名称
1	HAF001	中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例（1986.10.29）及其相关实施细则
2	HAF002	核电厂核事故应急管理条例（1993.08.04）及相关实施细则
3	HAF003	核电厂质量保证安全规定(1991.07.27)
4	HAF101	核电厂厂址选择安全规定(2004.04.27)
5	HAF102	核电厂设计安全规定(2004.04.18)
6	HAF103	核电厂运行安全规定(2004.04.18)
7	HAF401	放射性废物安全监督管理规定(1997.11.05)
8	HAF501	中华人民共和国核材料管理条例(1987.06.15)及相关实施细则
9	HAF601	民用核承压设备安全监督管理规定(1992.03.04)及相关实施细则
10	HAF602	民用核承压设备无损检验人员培训、考核和取证管理办法(1995.06.06)
11	HAF603	民用核承压设备焊工及焊接操作工培训、考核和取证管理办法(1995.06.06)
12	HAD002/01	核动力厂营运单位的应急准备(1989.08.12)
13	HAD002/02	地方政府对核动力厂的应急准备(1990.05.24)
14	HAD002/03	核事故辐射应急时对公众防护的干预原则和水平(1991.04.19)
15	HAD002/04	核事故辐射应急时对公众防护的导出干预水平(1991.04.19)
16	HAD003/01	核电厂质量保证大纲的制定(1988.10.06)
17	HAD003/02	核电厂质量保证组织(1989.04.13)
18	HAD003/03	核电厂物项和服务采购中的质量保证(1986.10.30)
19	HAD003/04	核电厂质量保证记录制度(1986.10.30)
20	HAD003/05	核电厂质量保证监查(1988.01.28)
21	HAD003/06	核电厂设计中的质量保证(1986.10.30)
22	HAD003/07	核电厂建造期间的质量保证(1987.04.17)
23	HAD003/08	核电厂物项制造中的质量保证(1986.10.30)
24	HAD003/09	核电厂调试和运行期间的质量保证(1988.01.28)
25	HAD003/10	核燃料组件采购、设计和制造中的质量保证(1989.04.13)
42	HAD102/06	核电厂反应堆安全壳系统的设计(1990.05.19)
43	HAD102/07	核电厂堆芯的安全设计(1989.07.12)
44	HAD102/08	核电厂反应堆冷却剂系统及其有关系统(1989.04.13)
45	HAD102/09	核电厂最终热阱及其直接有关的输热系统(1987.04.17)
46	HAD102/10	核电厂保护系统及有关设施(1988.10.06)
47	HAD102/11	核电厂防火(1996.05.13)

序号	编号	名称
48	HAD102/12	核电厂辐射防护设计(1990.05.19)
49	HAD102/13	核电厂应急动力系统(1996.02.13)
50	HAD102/14	核电厂安全有关仪表和控制系统(1988.10.06)
51	HAD102/15	核电厂燃料装卸和贮存系统(1990.02.20)
52	HAD103/01	核电厂运行限值和条件(1987.04.17)
53	HAD103/02	核电厂调试程序(1987.04.17)
54	HAD103/03	核电厂堆芯管理和燃料装卸(1989.11.28)
55	HAD103/04	核电厂运行期间的辐射防护(1990.05.19)
56	HAD103/05	核电厂人员的配备、招聘、培训和授权(1996.02.13)
57	HAD103/06	核电厂安全运行管理(1990.02.20)
58	HAD103/07	核电厂在役检查(1988.10.06)
59	HAD103/08	核电厂维修(1993.06.01)
60	HAD103/09	核电厂安全重要物项的监督(1993.06.01)
61	HAD401/01	核电厂放射性排出流和废物管理(199.05.19)
62	HAD401/02	核电厂放射性废物管理系统的设计(1997.01.16)

相关规范标准

类别	名称	标准号
一、土建部分		
国家标准	《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》	GB55032
	《混凝土强度检验评定标准》	GB/T50107
	《建筑工程施工质量验收统一标准》	GB50300
	《建筑地基基础工程施工质量验收标准》	GB50202
	《混凝土质量控制标准》	GB50164
	《钢结构通用规范》	GB55006
	《砌体结构工程施工质量验收规范》	GB50203
	《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》	GB55032
	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB50204
	《建筑与市政地基基础通用规范》	GB55003
	《建设工程项目管理规范》	GB/T50326
	《混凝土结构通用规范》	GB55008
	《砌体结构通用规范》	GB5507
	《钢筋混凝土用钢第一部分：热轧光圆钢筋》	GB/T1499.1
	《钢筋混凝土用钢第二部分：热轧带肋钢筋》	GB/T1499.2
	《预拌混凝土》	GB/T14902
	《碳素结构钢》	GB／T714
	《混凝土结构工程施工规范》	GB50666
	《工程测量标准》	GB50206
	《钢结构工程施工质量验收标准》	GB50205
	《建筑施工组织设计规范》	GB/T50502
	《冷轧带肋钢筋》	GB/T13788
	《屋面工程质量验收规范》	GB50207
	《建筑装饰装修工程质量验收标准》	GB50210

类别	名称	标准号
	《地下防水工程施工质量验收规范》	GB50208
	《建筑地面工程施工质量验收规范》	GB50209
	《大体积混凝土施工标准》	GB50496
	《建设工程文件归档整理规范》	GB/T50328
	《民用建筑工程室内环境污染控制规范》	GB50325
	《建筑节能工程施工质量验收标准》	GB50411
	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》	GB55015
行业标准	《建筑施工现场环境与卫生标准》	JGJ146
	《建筑地基处理技术规范》	JGJ79
	《建筑施工测量标准》	JGJ/T408
	《建筑桩基技术规范》	JGJ94
	回弹法检测混凝土抗压强度技术规程	JGJ/T23
	《建筑工程冬期施工规程》	JGJ104
	《建筑玻璃应用技术规程》	JGJ113
	《外墙外保温工程技术标准》	JGJ144
	《钢筋焊接及验收规程》	JGJ18
	《混凝土中钢筋检测技术规程》	JGJ/T152
	《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》	JGJ/T23
	《混凝土泵送施工技术规程》	JGJ/T10
	《钢筋机械连接技术规程》	JGJ107
	《通用硅酸盐水泥》国家标准第一号修改单	GB175-2007/XG1
	《普通混凝土用砂、石质量标准及检验方法》	JGJ52
	《混凝土用水标准(附条文说明)》	JGJ63
	《钢结构防火涂料通用技术规程》	CCES24
地方标准	《外墙外保温应用技术规程》	DBJ14-085
	《××省建筑工程施工工艺规程》	DBJ14-032
二、电气部分		
国家标准	《建筑电气工程施工质量验收规范》	GB50303
	《电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准》	GB50168
	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》	GB50169
	《建筑物防雷设计规范》（2000 版）	GB50057
	《火灾自动报警系统施工及验收规范》	GB50166
	《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116
	《消防联动控制系统》	GB16806
三、给排水、通风部分		
国家标准	《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》	GB50242
	《给水排水管道工程施工及验收规范》	GB50268
	《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》	GB50683
	《通风与空调工程施工质量验收规范》	GB50243
	《自动喷水灭火系统施工及验收规范》	GB50261
	《建筑给水排水与节水通用规范》	GB55020
四、施工安全、环境管理部分		

类别	名称	标准号
国家标准	《塔式起重机》	GB/T5031
	《建筑施工脚手架安全技术统一标准》	GB51210
	《建筑施工场界环境噪声标准》	GB12523
行业标准	《建筑施工高处作业安全技术交底》	JGJ80
	《建筑施工安全检查标准》	JGJ59
	《施工现场临时用电安全技术规范》	JGJ46
	《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》	JGJ130
	《建筑机械使用安全技术规程》	JGJ33
	《建筑工程施工现场环境与卫生标准》	JGJ146

各级政府、协会相关管理文件

序号	文件名称	发布单位
1	国家优质工程奖评选办法（2020 版）	中国施工企业管理协会
2	国家优质工程奖现场复查要点	中国施工企业管理协会
3	国家优质工程奖现场复查评价记录表	中国施工企业管理协会
4	核电工程施工质量评价规程	中国核能行业协会
5	核电工程绿色施工评价规程	中国核能行业协会
6	核电工程建设新技术应用评价	中国核能行业协会
7	核电工程创建国家优质工程奖典型工程亮点汇编	中国核能行业协会
8	核电工程施工质量评价良好实践和典型问题汇编	中国核能行业协会
9	核电工程工效提升推广目录	中国核能行业协会
10	核电工程建设五新技术成果汇编	中国核能行业协会
11	第一篇 建造质量管理提升篇	中国核能行业协会
12	第二篇 工艺质量示范提升篇	中国核能行业协会
13	第三篇 质量提升体系文件规划篇	中国核能行业协会
14	第四篇 核电工程绿色建造篇	中国核能行业协会
15	第五篇 核电工程智慧建造篇	中国核能行业协会
16	第六篇 质量通病防治篇	中国核能行业协会
17	第七篇 BIM 技术应用篇	中国核能行业协会
18	第八篇 电子档案篇	中国核能行业协会
19	第九篇 异物防治篇	中国核能行业协会

企业标准

序号	名称	标准号
1	《管理手册》（质量环境职业健康安全“三体四标”一体化管理体系）	XX
2	项目管理手册	XX
3	质量保证大纲	XX
4	项目管理制度汇编	XX
5	项目管理标准化图集	XX
6	工程质量细部做法图集	XX

2.3 工程概况

工程概况主要介绍工程项目的基本情况，一般应分为工程基本信息及工程建设概况。

其中工程基本信息包含：工程名称、建设背景、工程建设地点、工程的主要功能与用途、工程

开竣工时间、工程主要参建单位（建设单位、设计单位、总承包单位、监理单位、施工单位等）。

工程建设规模包含：工程规模、机型特点及参数、主要设备（主要设备、制造厂家、设备性能指标等）、工程主要技术指标（包括但不限于设计寿命、换料周期、堆芯功率、机组额定功率、厂用电率、机组可用率、单位容量占地面积、职业辐照计量等）。

2.4 工程特点、难点及重点

主要介绍本工程建设中最重要的特征及重点，以及需要解决的问题，特点是概括性的、宏观的，难点是具体的、微观的。

2.4.1 工程特点

工程建设特点可采用部分量化指标并与其他在运机组有所对比，突出优势和差异化。工程建设特点一般包括：

1）核安全文化的融入情况；

2）工程技术特点（设计、设备先进性）；

3）现场环境特点；

4）工程结构特殊性；

5）工程工艺特殊性；

6）施工组织特殊性等。

2.4.2 施工难点及采取措施

一般描述工程建设策划中梳理出的重要问题，经过采取措施努力解决后转化为本工程的优势，建议按照设计、采购、施工、调试的顺序描写，包括：重大设计改进；施工及调试工艺的重大改进及创新科研攻关课题，进口或重要物项的采购分析，现场环境特殊性分析，特殊工艺实施分析，工期情况分析，资源投入分析，安全、质量、环保管理要求分析，合同接口关系分析，施工逻辑的分析等内容。

案例 1：

01-核电站筏基大体积混凝土结构施工是本工程施工的重点	
施工分析	（1）核电站筏基混凝土一般属于大体积混凝土结构，筏基混凝土施工前应编制专项施工方案，通过温度及应力计算来确定混凝土浇筑体最大温升、降温速率、里表温差等控制指标，并制定相应的温度控制措施。 （2）核电站筏基混凝土应保证混凝土内实外光、尺寸正确，没有产生有害裂缝。
解决方案	一、模板施工工艺 （1）筏基模板宜采用优质定型木模板。 （2）筏基模板安装应加固牢靠，保证强度、刚度、稳定性，宜采用内拉外顶方式。 （3）筏基模板为弧形时，应控制整体弧度及拼缝严密性，宜设置工装。 （4）冬期施工期间，筏基模板应加设保温措施。 二、钢筋施工工艺 （1）规划好每层钢筋和预埋管线的安装顺序。 （2）多层钢筋应设置支撑系统及抗倾覆措施，支撑系统宜采用钢筋或型钢。 （3）构造复杂、预埋物项密集部位的配筋，下料时宜采用三维放样，进行碰撞检查。 （4）筏基钢筋绑扎时应核对插筋的数量、长度、规格及位置。 （5）反应堆厂房筏基顶面及侧面宜设置抗裂钢筋。 （6）暑期施工期间，筏基钢筋安装完成后宜采用遮阳措施，控制钢筋温度。

三、混凝土施工工艺

（1）筏基大体积混凝土应设计专项配合比。

（2）应按照实际混凝土搅拌、施工条件进行可行性试验，宜包括泵送试验、坍落度损失试验、混凝土凝结时间试验。

（3）筏基浇筑时段应避开大雨、大风等恶劣天气。

（4）混凝土浇筑应保证入模温度，并保证整体工作性能满足现场施工需求。

（5）筏基混凝土同一施工段应连续浇筑，浇筑方法可选用分层或斜向推进式。

（6）现场应提前设置好混凝土下料管、下料口。

（7）混凝土（特别是表面及侧面）应进行二次振捣，确保混凝土整体密实不沉降。

（8）浇筑过程中产生的泌水应及时排出或吸出。

四、测温及养护工艺

（1）筏基大体积混凝土专项施工方案中，应明确测温点的布置方法及各项温控指标的控制值和警戒值，优先采用自动化测温及数据采集系统，重要结构宜布置应变监测点并进行应变监测。具体控制指标可参考下表执行：

表 1：筏基大体积混凝土温度及应变控制指标

序号	指标名称	控制值	警戒值
1	最大温升	符合方案设计要求且不超过 50℃	控制值的 90%
2	降温速率	2℃/天	1.8℃/天
3	里表温差	不超过 25℃	22℃
4	应变值（若需要）	符合方案要求	控制值的 90%

（2）测温应控制测温频率，当实测值达到警戒值时，立刻采取措施加强养护，并提高测温频率，直到回到警戒值以下。

（3）混凝土养护应按照“升温阶段保湿散热、降温阶段保湿保温”的原则执行。

（4）反应堆厂房筏基混凝土浇筑后宜设置防风保温棚。

（5）侧模宜带模养护至养护期结束。

（6）混凝土养护时间应根据温度及应变监测数据确定，且不得少于 14d。当混凝土表面与环境最大温差小于 20℃时方可拆除所有保温覆盖材料。

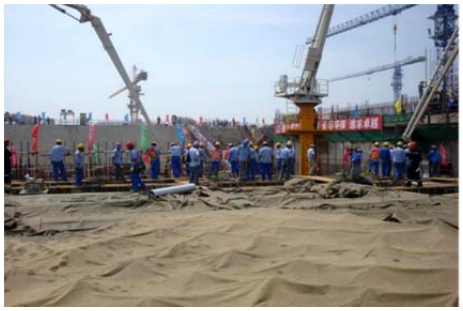
（7）养护期应检查表面有无裂缝产生，根据观测结果及时采取措施。

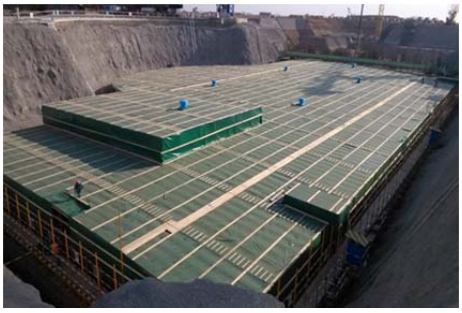
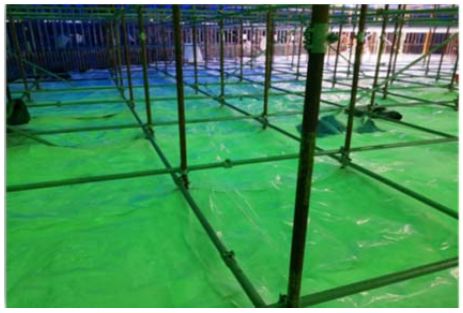


筏基侧模采用定型木模板



筏基弧形侧模加设套箍

	
筏基插筋分区标识验收	插筋防污染保护
	
重要预埋物项保护	重要预埋物项标识
	
钢筋内部照明	筏基施工人员通道
	
下料串筒设置	浇筑前遮阳降温

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>多台布料设备协调施工</td><td>施工缝冲毛处理</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>防风保温棚外部</td><td>防风保温棚内部养护</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">02-核岛反应堆安全壳钢衬里是本工程施工重点</td></tr>
<tr><td>施工分析</td><td colspan="2">反应堆安全壳钢衬里主要由底板、截锥体或加腋区、筒体壁板及穹顶组成，钢衬里为薄壁结构，具有安装精度高、易产生焊接变形等特点。按照钢衬里控制要求开展施工，各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制。</td></tr>
<tr><td>解决方案</td><td colspan="2">一、钢衬里底板加腋区加厚板制作工艺
（1）根据排版图进行下料、坡口加工及边角修整；
（2）将环形加腋区“L”型加强节点分为 16 段进行组对。组对时，将其点焊至制作平台上，并通过靠板固定其水平板及竖直板，增强其整体刚性；
（3）采用对称焊接及跳焊的方式进行“L”型加强节点焊接，达到控制焊接变形目的；
（4）“L”型加强节点焊接完毕后，取下固定靠板，对变形超差处，采用火焰加热方式进行矫正；在制作平台上进行“L”加强节点与 6mm 板的组对焊接，在背面点焊防变形靠板，由中间向两边分段退焊。
二、钢衬里筒体壁板制作工艺
（1）钢衬里壁板根据排版图分块下料、弯制成型，并进行固定型钢的组对焊接及锚固钉焊接。
（2）分块壁板均采用专用的胎膜进行弯制成型，严格控制壁板的变形及形状误差。
（3）壁板在专用胎膜上弯制成型后，进行固定型钢的组对焊接，需重点控制贯穿件安装位置，弯制过程中通过龙门配合楔铁工装对壁板进行加固，保证壁板边缘翘曲变形满足要求。
（4）分块壁板制作完成后，宜使用专用立式存放架进行集中编码存放。
三、钢衬里截锥体就位工艺
（1）截锥体圆周方向由多块分块板拼装组成，安装就位过程中设置两条伸缩缝，从两个起点依次吊装就位成环，保证各分块板的安装位置。
（2）截锥体安装前，安装支撑调整装置用来支撑和调节截锥体的锥度、半径、上口标高等参数。
（3）截锥体就位后需严格控制上口周长和半径尺寸，以保证半径公差≤30mm。</td></tr>
</table>

（4）利用限位板、眼镜板、扶壁柱等工装装置，以定位截锥体并调整其组对间隙、垂直度等，保证其组对错变量、垂直度均高于安装标准。

（5）截锥体按先纵缝后环缝的顺序进行，两条竖向伸缩缝采用依次组对焊接，采用沿圆周正反方向反复测量不少于 3 次，保证每次圆周周长误差≤5mm。

四、钢衬里筒体壁板安装工艺

（1）使用间隙板调整纵缝和环缝的组对间隙及错边量，错边量≤1mm。

（2）使用扶壁柱作为上层壁板的支撑固定，并调整上层壁板垂直度。

（3）按先纵缝后环缝的顺序依次进行焊接，宜设置圆形封闭的防风棚。

五、钢衬里壁板贯穿件安装工艺

（1）根据图纸进行贯穿件套筒标高、轴线的测量放线，并进行尺寸及编号标识。

（2）直径较小的贯穿件套筒采用一次性开孔，直径较大的贯穿件套筒宜采用二次开孔，将贯穿件套筒从钢衬里板内侧向外侧穿入就位。

（3）贯穿件开孔采取隔一开一的原则，贯穿件套筒穿入就位后，使加强环与衬里板贴合，并保证加劲板的十字中心线与衬里板上的十字线重合。

（4）贯穿件就位后，其坡度、角度及标高均满足要求后，利用型钢进行临时加固。

六、钢衬里底板及筒壁板焊接工艺

（1）钢衬里底板，宜采用埋弧自动焊焊机进行焊接，保证焊缝成型质量及焊接效率。

（2）钢衬里筒体壁板宜采用手工电弧焊和钨极氩弧自动焊工艺。采用自动焊工艺时，通过导向板进行环缝坡口组对，宜采用粘接胶带进行待焊表面的保护。

七、模块化安装工艺

（1）每一层模块拼装前应在拼装场地放出壁板位置线。

（2）利用间隙板调整各块壁板之间组对间隙。

（3）利用测量仪器进行每一层壁板垂直度及半径调整，保证半径公差≤30mm。

（4）焊接过程中在模块垂直方向上下端口处采取有效防变形措施。

（5）每层模块根据测量实际标高，确定余量切割量，标高允许偏差≤5mm。

（6）模块利用专用球形网架进行吊装，各吊点受力应均匀一致，利用配重调整模块重心与几何中心重合。

八、穹顶安装工艺

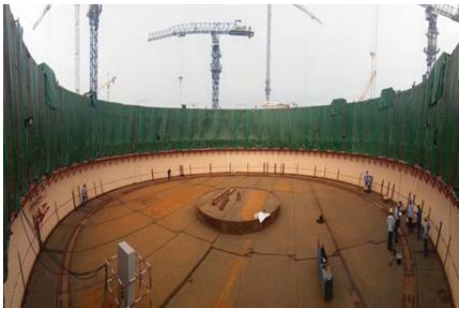
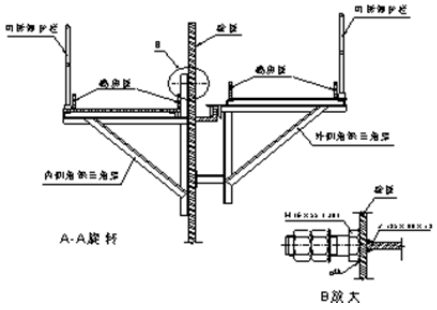
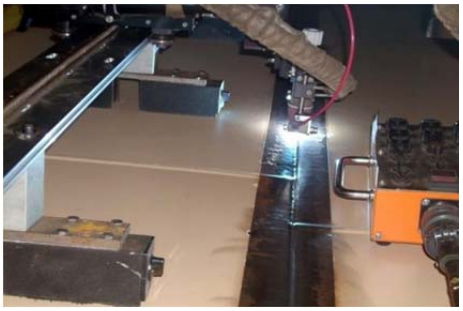
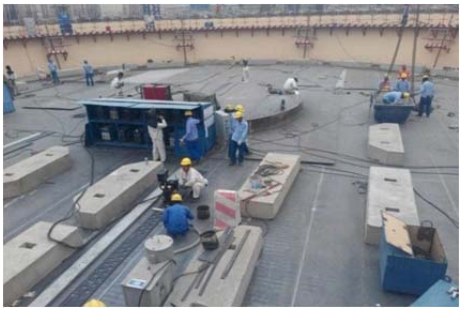
（1）在穹顶拼装前应在拼装场地放出穹顶顶点的投影线和定位角度线。

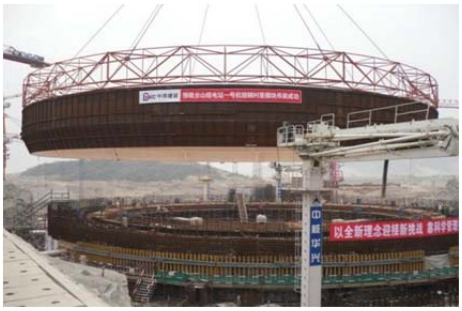
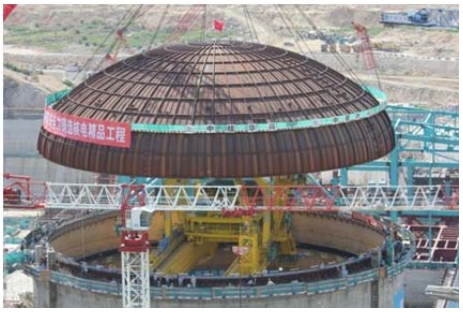
（2）利用间隙板调整各块壁板之间组对间隙。

（3）利用测量仪器进行每一层壁板圆周及半径调整，保证半径公差≤30mm。

（4）穹顶吊装过程中，各吊点受力应均匀一致，利用配重调整穹顶重心与几何中心重合。

	
钢衬里底板内环热处理	钢衬里截锥体调节装置

	
钢衬里筒壁板环缝间隙调整装置	钢衬里壁板立缝间隙调整装置
	
钢衬里壁板焊接封闭式防风棚	钢衬里壁板安装环形操作平台加工图
	
钢衬里壁板自动焊工艺	钢衬里底板埋弧焊工艺
	
钢衬里壁板安装工艺	钢衬里穹顶拼装工艺

<table>
<tr><td rowspan="6"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>钢衬里模块化安装工艺</td><td>钢衬里模块化安装工艺</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>钢衬里模块化安装工艺</td><td>钢衬里模块化安装工艺</td></tr>
<tr><td colspan="2">03-不锈钢水池本工程施工重点</td></tr>
<tr><td>施工分析</td><td colspan="2">核岛不锈钢水池表面平整，焊缝成形美观，预埋组件安装公差小，各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制。</td></tr>
<tr><td>解决方案</td><td colspan="2">一、核岛不锈钢水池龙骨安装工艺
（1）龙骨角钢制作前,转角、曲面等异形部位宜采用三维建模。
（2）锚固角钢安装时，安装间距线宜在规定的范围内采用负偏差，偏差应≤5mm。
（3）膨胀螺栓钻孔深处宜在规范规定的深度范围内采用正偏差，偏差应≥5mm。
（4）龙骨角钢焊接时宜采用变形控制卡具等控制焊接变形，平整度偏差应≤3mm/1m。
二、核岛不锈钢水池预埋组件安装工艺
（1）预埋组件安装位置控制线应采用公差范围内较小值。
（2）利用螺杆调节螺母调节预埋组件的组对间隙、标高及平整度，标高宜为±1mm、局部偏差为±1.5mm。
（3）预埋组件安装时宜采用定位卡具，保证螺栓孔间距、位置及整组预埋组件平整度，螺栓孔间距误差宜为±1mm。
（4）预埋组件安装完成后，宜采用安装螺栓二次验证预埋组件螺栓孔丝扣有效性。
（5）预埋组件上表面应与龙骨角钢在同一水平面。
三、核岛不锈钢水池覆面安装工艺
（1）覆面组对间隙顺直、均匀一致，覆面板与龙骨角钢贴合密实，无空隙，应采用组对间隙板进行控制。
（2）覆面焊接前，应将焊缝清理干净，无杂物，表面成金属光泽。
（3）焊接过程覆面宜采用静压方式进行防变形控制，乏燃料水池、内置换料水池、CIS水池、PCS 水池和辅助给水箱等底板覆面局部偏差应≤3mm/1m，其它部位≤5mm/1m。
（4）所有焊缝焊接前，应对坡口和焊丝进行擦拭(如采用蘸有丙酮的干净白棉布)，保证坡口和焊丝干燥洁净，无灰尘等杂质污染。
（5）覆面安装完成后应保证覆面板表面完整性，无明显划痕及凹坑，整体无明显鼓包变形。</td></tr>
</table>

四、核岛不锈钢水池水闸门安装工艺

（1）门框安装位置控制线宜控制在±3mm 以内。

（2）利用工装进行门框垂直度、水平度控制，垂直度、水平偏差分别应为±4mm、±2mm。

（3）灌浆宜分段灌注，防止门框变形移位，误差不应超过±3mm。

（4）闸门安装应保证气囊与门框间距，防止门框磨损气囊。

五、核岛不锈钢水池模块化施工工艺

（1）堆腔水池模块化施工，根据水池结构特点，将水池分为 6 个结构子单元，各结构子单元由水池覆面及子模块支撑钢架组合而成，各子单元在车间预制完成。

（2）在现场模块拼装场地拼装内部桁架支撑体系，用以固定各子单元。

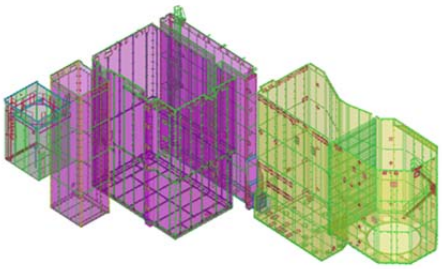
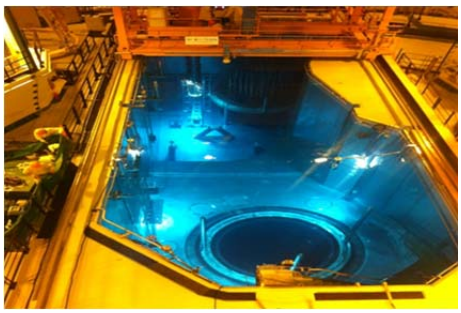
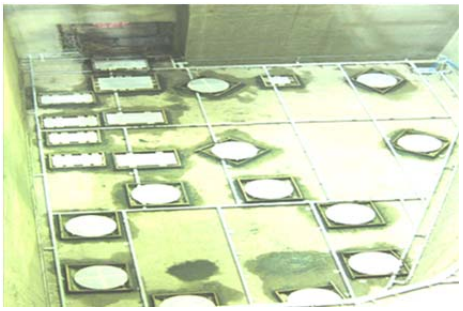
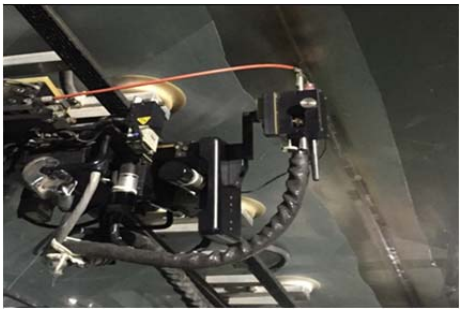
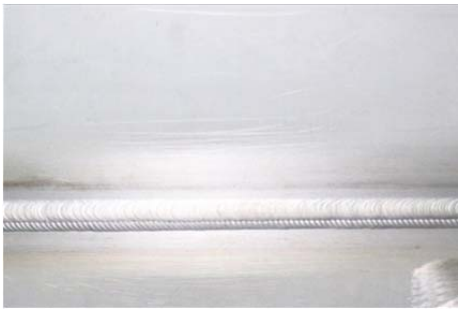
（3）通过吊装方式，将各子单元模块及封口钢架与内部桁架支撑体系连接，并调整各子模块的标高、垂直度等。

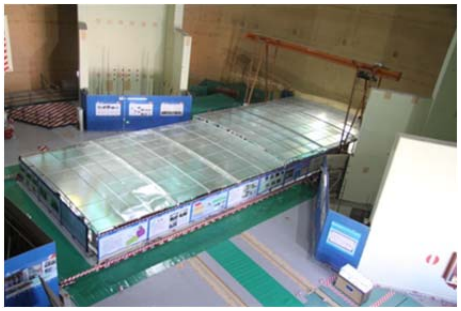
（4）安装各子模块间不锈钢转角覆面，焊接完成后，进行子模块间转角连接板及内衬板安装，使各子模块连接成整体。

（5）根据堆腔水池底部结构特点，设计并制作用于模块就位固定的支撑底座。

（6）利用内部支撑桁架吊耳，进行模块吊装，模块就位后与支撑底部利用高强螺栓连接固定。

（7）模块就位后，采用胶合板对模块进行保护，防止绑扎钢筋等施工造成覆面损伤。

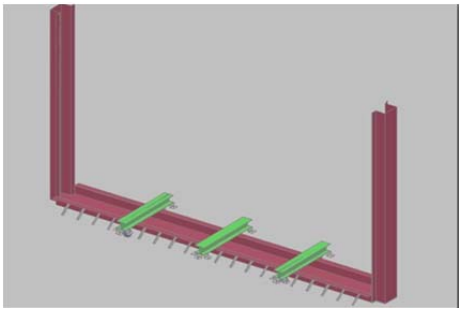
	
不锈钢水池三维建模	不锈钢水池成品展示
	
预埋组件安装卡具	不锈钢水池底板体系
	
自动焊接工艺	自动焊接焊缝



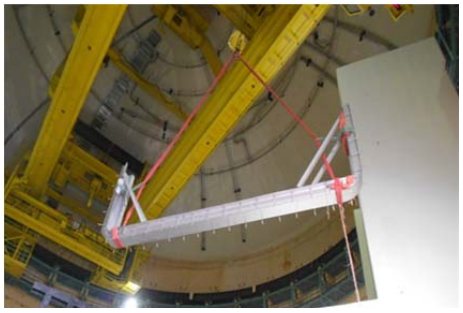
清洁安装过程环境控制



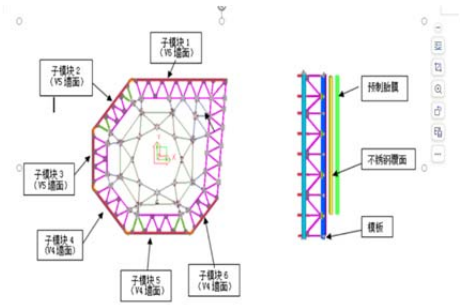
安装过程环境控制



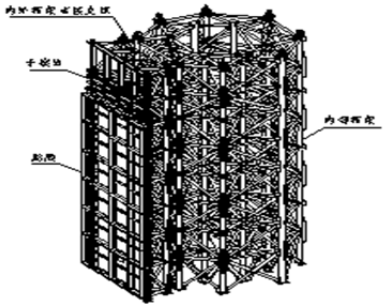
门框加固工装 H 型钢布置示意图



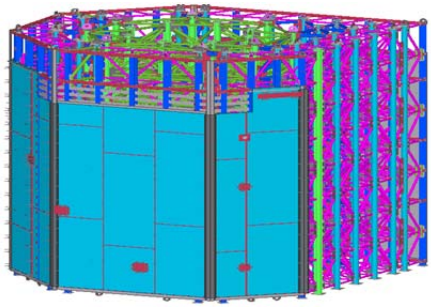
门框底段吊装示意图



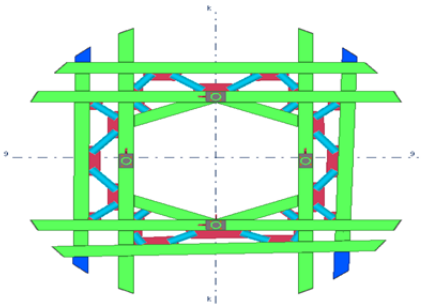
模块结构平面示意图



模块结构示意图



模块整体示意图



支撑底座结构

04-混凝土外观质量是本工程施工重点	
施工分析	混凝土外观质量控制包括模板质量要保证，拼缝严密、表面平整；混凝土浇筑时要振捣均匀，避免漏振、过振；严格控制原材料质量，确保配合比准确；养护及时且到位，防止出现裂缝、麻面等问题。
解决方案	一、模板制作及安装 （1）模板面板要求板材强度高、韧性好、加工性能好，具有足够的刚度。 （2）严把模板原材料采购质量关，模板制作材料进场必须经过以下复检，方可使用：

——表面质量按批检验（尺寸偏差、是否鼓包、分层、翘曲等）。
——性能指标抽检（强度、静曲强度、抗剪、弹性模量等）。
——胶合板浸水检验。
（3）模板选型设计应当保证整体刚度，减少变形量。
（4）吊点位置加固：为保证模板体系刚度，对吊点位置的龙骨，应有加固措施防止龙骨断裂、滑脱。
（5）龙骨密度控制：对于高大模板，随着混凝土浇筑面的逐渐增高，混凝土对模板侧压力会显著的增大。应严格通过受力计算来控制龙骨间距，以降低混凝土胀模风险。
（6）模板拼接面要严格控制，不同体系的模板严禁混用，主龙骨要求保持一致。
（7）对于水平施工缝位置，应将原有的混凝土表面凹凸不平的部位，在模板安装之前进行修整，并在原有混凝土面上先粘贴塑料薄膜然后粘贴海绵条，在模板支设完成后，将塑料薄膜翻卷粘贴至模板上，防止漏浆，造成下部墙体的污染。
（8）对于垂直施工缝部位，模板支设前应在原有混凝土面上粘贴海绵条，保证拉杆距离垂直施工缝不大于 200mm，同时利用原有的锥体孔加固模板。
（9）严格控制模板几何尺寸，防止板面变形，模板表面清理干净，模板在安装前，对模板检查确认，发现有质量问题可能对混凝土表观质量产生不良影响的模板时，修整达到质量要求后才能用于支设。
（10）模板面板要及时更换。模板面板的平整度、刚度、孔洞对混凝土的外观质量有着重要的影响。针对面板上遗留的对拉螺杆孔等，应进行修复。同时定期组织对模板面板进行评估，及时更换不能满足施工要求的面板。减少不必要的模板开孔，防止因开孔过多给混凝土表面造成缺陷。
（11）宽度大于 500mm 的洞口模板必须留设振捣孔，墙体上下洞口重叠时，留设振捣孔时必须上下对齐，另外靠近墙边的洞口模板，宽度超过 300mm 就应设置振捣孔，对于宽度超过 2000mm 的洞口盒子，必须在洞模上留设 1 个 φ250mm 的下灰孔，靠近墙边的宽度超过 1500mm 的洞模也应留设下灰孔，对于厚度超过 800mm 的墙体，其洞口模板必须设置两排振捣孔，振捣孔间距不得大于 400mm。
（12）根据方案、图纸及规范的要求对模板系统进行全面的检查，确保模板的定位及截面尺寸符合要求。
（13）加强定型模板与异型模板接头部位的控制，模板选型时尽可能使用定型模板，不符合模数的部位宜采用定型补模，最大限度减少使用异型木质模板，以免胀模、错缝。
（14）墙体内侧待模板验收合格后，用水泥砂浆封堵模板根部缝隙，同时检查模板底部外侧翻卷的塑料薄膜粘贴是否牢固，防止由于模板底部混凝土不平整漏浆。
（15）严格控制墙体中螺杆长度，以防止螺杆长度不适造成锥体陷入墙体或突出墙面，对拉螺杆应尽量使用预埋锥体，避免凿孔、火焰切割的方法，影响混凝土表观质量。
（16）脱模剂应选用对混凝土表面质量和颜色不产生影响的脱模剂。
二、混凝土材料控制
（1）混凝土所用的水泥、掺合料、砂、石等原材料，每种材料必须由同一厂家生产，且材料产地、工艺也必须相同。选型时应经过源地评审。
（2）细骨料选用中砂，应经过水洗严格控制含泥量。
（3）原材料进场严格按照规范要求进行复检。
（4）混凝土配合比设计时应增加模拟墙施工，检验混凝土工作性能是否满足表观质量要求。
三、混凝土搅拌运输
（1）混凝土的搅拌必须达到三个基本条件：计量准确、搅拌彻底、坍落度稳定。否则

	拌合物中将出现水泥浆分布不均匀，易出现混凝土表面色差或混凝土振捣易离析、泌水等非均质现象。 （2）混凝土运输过程中，应控制混凝土罐车在现场等待的时间（除试验室取样测温）和尽量缩短运输时间。严禁使用超时混凝土。浇筑过程中严禁私自加水。 （3）进场的混凝土，应逐车检测和易性，目测混凝土外观颜色、有无泌水离析，并做好记录。 （4）搅拌运输车每次清洗后应排净料筒的积水，避免影响水胶比。 四、钢筋安装 （1）钢筋绑扎前，必须先清理钢筋，保持清洁，无明显锈污。 （2）钢筋绑扎的扎丝应采用防锈镀锌钢丝，扎丝头全部向钢筋内侧设置，同时将外侧扎丝圆钩全部压平，以防外露，避免混凝土表面出现锈斑。 （3）为避免钢筋绑扎与对拉螺栓位置的矛盾，在地面上弹出对拉螺栓的位置。遇到对拉螺栓与钢筋相碰时，将相邻的几排钢筋进行适当调整，但调整幅度必须在规范允许范围内。 （4）钢筋绑扎整齐规范，间距一致；直螺纹连接接头切割端头平整规范，接头工艺规范，在结构实体上现场截取试件。浇筑混凝土前用钢筋护套进行保护，防止污染钢筋。 （5）模板安装前严格控制钢筋位置、垂直度等，并安装好保护层垫块。避免模板安装后难以调整。 五、混凝土施工 （1）施工前对浇筑方向、顺序、布料位置进行组织策划。 （2）内部（或外部）振捣用的振捣器，在振捣棒上沿长度方向按 500mm 左右设置标记（采用红色电工胶布缠绕），以控制振捣棒插入深度，确认振捣半径、性能是否符合要求； （3）混凝土下灰口和振捣孔在混凝土浇筑前设置。 （4）基层应清理干净，并浇水湿润，但不得留有积水；钢筋上无水泥浆、污物、氧化皮等杂物，检查插筋的保护及加固情况。 （5）混凝土浇筑时，应保证浇筑的连续性，尽量缩短浇筑时间间隔，避免分层产生冷缝。 （6）现场浇筑混凝土时，振动棒采用“快插慢拔”、均匀的梅花形布点，并使振动棒在振捣过程中上下有抽动，上下混凝土振动均匀。初凝前加强二次振捣排出气泡。 （7）混凝土振点应从中间开始向边缘分布，且布棒均匀，层层搭扣，遍布浇筑的各个部位，插入下层混凝土中 50～100mm。振捣过程中应避免撬振模板、钢筋，每一振点的振动时间，应以混凝土不再下沉、无气泡逸出为止，一般为 20～30S，避免过振产生离析。 （8）在每层混凝土振好后半小时内，用 Φ30 振动棒沿模板内侧对混凝土给予二次振捣，通过二次振捣以彻底排出混凝土内部气泡减少墙体表面气孔。 六、模板拆除 （1）模板拆除要严格按照施工方案的拆除顺序进行。 （2）拆模时间要根据试块试验结果正确掌握，防止过早拆模，使混凝土粘在模板上造成麻面、蜂窝或缺棱少角。 （3）拆除钢筋混凝土结构侧面非承重模板时，混凝土应具有足够的强度，表面及棱角才不会受到损坏。 （4）拆模时不能用力过猛过急，注意保护棱角、拉杆位置，吊运时，严禁模板碰撞棱角。

（5）加强成品保护，对于处在人多、运料等通道处的混凝土阳角，拆模后要用护边材料将阳角保护好，以免碰损。

七、混凝土养护与保护

（1）混凝土浇筑完毕后，应在 12h 以内加以覆盖和浇水养护，清水混凝土墙、柱拆模后应采用定制的塑料薄膜套包裹，混凝土养护时间不少于 7 天。不得形成干湿循环。否则可能出现收缩裂纹而影响混凝土外观质量。

（2）冬季混凝土浇筑完毕，温度低于 5℃，不得洒水养生，应做好覆盖保温工作，加强测温，及时采取措施防止混凝土受冻。



墙体大模板施工



混凝土原材料专供



混凝土配合比表观质量对比试验



混凝土浇筑前组织技术交底





清水墙表观效果

05-主控室装修施工是本工程施工重点	
施工分析	主控室装修质量满足使用功能，达到整洁、美观的观感质量标准，室内空气质量优良，办公环境良好。
解决方案	一、深化设计 （1）主控室装修宜由专业设计院进行深化设计，出效果图，其深化设计需满足防火、抗震、隔声等要求，且得到厂房建筑设计单位的认可。 （2）测量主控室结构实际尺寸，根据实际尺寸进行装修排版。 （3）主控室装修设计宜进行三维放样，对吊顶、管线、灯具等各类构件进行碰撞检查。 二、吊顶工程施工

（1）龙骨安装对应吊顶造型尺寸，定位准确、控制标高及水平度。

（2）暗龙骨金属吊杆、龙骨的接缝应均匀一致，角缝应吻合，对接应顺直，表面应平整，无锤印。

（3）吊顶龙骨应避免与设备、灯具、通风、电缆等其他隐蔽工程物项冲突。

（4）吊顶面板策划安装顺序，拼缝严密、控制水平度、垂直度，灯具、通风、检修口等物项设备位置应合理、美观，与吊顶面板的交接应吻合、严密，开口平直。

金属板面层吊顶工程安装允许偏差

序号	控制项目	公差要求
1	表面平整度	2mm
2	接缝直线度	2mm
3	接缝高低差	1mm

三、轻质隔墙工程

（1）龙骨安装应按照图纸要求定位，控制标高及水平度符合设计要求。门窗洞口及通风洞口位置准确、套割方正、边缘整齐。

（2）隔墙面板安装时水平方向错缝搭接、拼缝严密，控制面层平整度、垂直度，保证填充物饱满严实。

（3）门窗洞口、通风洞口等物项与隔墙面板紧密配合，开口平直，阴阳角成 90°角。装饰金属板材纹路清晰，对应整齐，缝隙顺直，大小一致，附属物开孔与安装缝隙平直整齐。

板材隔墙安装允许偏差

序号	控制项目	公差要求
1	立面垂直度	3mm
2	表面平整度	3mm
3	阴阳角方正	4mm
4	接缝高低差	3mm

四、地面块材铺贴

（1）实测房间净空尺寸，对称排版，边缘部位块材不应小于板块原尺寸的 1/3。

（2）严格控制砂浆配合比，干硬性水泥砂浆配合比宜为 1:3（体积比）。

（3）地砖或石材铺贴时环境温度不低于 5℃。

（4）地面基层清理干净，提前 24 小时洒水湿润。

（5）地砖铺贴应平整、拼缝大小均匀一致，拼接纹理方向保持一致。

（6）地砖或石材铺贴完成后，24 小时内禁止上人，并洒水养护 7 天。

（7）养护完成，验收合格后，用土工布等软质材料与木工板等硬质材料进行成品保护。

地面块材面层的允许偏差

序号	控制项目	公差要求
1	表面平整度	2mm
2	缝格平直	3mm
3	接缝高低差	0.5mm
4	板块间隙宽度	2mm

五、精装修要素

（1）控制地砖、石材、吊顶面板、墙面装饰板等材料的材质、颜色、纹理、尺寸、厚度。

（2）主控室的设备、电缆、开关插座、摄像头支架、表盘等与装修工程穿插施工，控制工序衔接，隐蔽验收。

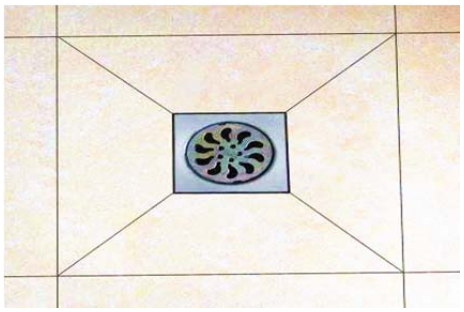
（3）检修口布置应合理，内部空旷、不能有遮挡物项，或检修口正对需要检修的物项及设备。

（4）软膜天花宜每块分格对应好图案，纹理及图案方向保持一致。

（5）对缝：走廊和房间地砖对缝。

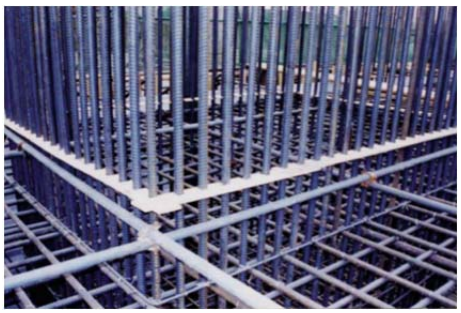
（6）对齐：装饰板水平缝和门窗框上口，竖向缝与门窗框侧边对齐；电器开关、插座，上口水平缝对齐；灯具、烟感对齐。

（7）对中：地漏在地板砖中心。

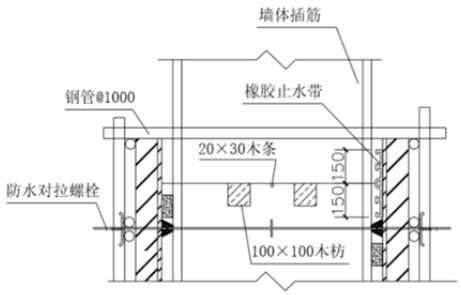
	
软膜天花成品	金属面板吊顶与墙面装饰板
	
墙面装饰板与门窗框组合	墙面装饰板与门窗框组合
	
地砖与石材组合图	地砖与石材组合图
	
地砖成品图	地漏成品图

<table>
<tr><td></td><td colspan="2"><table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>金属板吊顶拼缝</td><td>金属板吊顶与通风口组合</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td colspan="3">06-汽轮机基础施工是本工程施工重点</td></tr>
<tr><td>施工分析</td><td colspan="2">常规岛汽轮机发电机基础外观要求清水混凝土外观，按照清水混凝土控制要求开展施工，各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制。</td></tr>
<tr><td>解决方案</td><td colspan="2">一、汽轮发电机基础钢筋工艺
（1）钢筋制作前应对梁、柱交叉等钢筋稠密部位进行放样。
（2）箍筋的加工在规范允许的范围内宜采用负公差。
（3）底板钢筋绑扎时，应标出钢筋位置线。
（4）基座钢筋绑扎时，应考虑埋件、埋管位置，合理安排绑扎顺序，并应事先设定并预留混凝土浇筑时振动棒插入部位的专用通道。
（5）柱竖向筋施工应设置钢筋定位卡具。
二、汽轮发电机基础模板工艺
（1）模板应进行排版设计，模板平整拼缝严实水平交圈，竖向贯通达到蝉缝工艺效果。
（2）模板宜采用刚度较高的 12～14mm 混凝土专用大模板或特制定型钢模板，根据设计制作，几何尺寸应准确。
（3）对拉螺栓孔布置应横平竖直、间距均匀一致，紧贴模板的内侧设置锥形橡胶塞，防漏浆及便于后期封堵，观感效果好。
（4）模板安装前应涂刷隔离剂，隔离剂品种应不影响混凝土表面的色泽。
三、汽轮发电机基础混凝土外观工艺
（1）混凝土表面平整，棱角清晰、顺直，色泽一致。
（2）混凝土施工期间应控制混凝土坍落度，在开罐及过程中应跟踪做坍落度检测。
（3）对钢筋较密及施工难度大的部位，制定有针对性的振捣方案并监督有效实施。
（4）混凝土浇筑前，底板和基座应制定大体积混凝土浇筑方案，明确浇筑的平面布置图，浇筑部位的逻辑顺序，固化各点位振捣人员和设备。
（5）应根据混凝土内外温差和同条件试块强度来控制拆模时间。
四、对拉螺栓孔眼封堵工艺
（1）对拉螺栓孔眼封堵宜专用工具，建议用 PVC 材料按照对拉螺栓孔眼套帽的外形尺寸，做成高度 5mm 的锥台（前小后大，与对拉螺栓孔眼吻合），顶端平整、边缘光滑，锥台后部留出宽度 5mm 的平台以控制孔眼封堵深度，后部加工成圆形手柄以便操作。
（2）对拉螺栓孔应用同配比砂浆或专用材料封堵，填塞时应分层捣实，距外侧面留出 6～8mm 的深度作为二次修饰空间。
（3）封堵 24h 后填炭适量专用腻子入孔眼，采用专用工具用力旋压成型，应反复检查腻子入孔量，不足添加，多余挖出。确保孔眼凹坑 5mm 深度一致、底部饱满、平整，周边圆润光滑。
五、汽轮发电机基础直埋螺栓安装工艺
（1）螺栓的竖向支撑采用专用固定钢架，钢架应有足够的刚度和稳定性。</td></tr>
</table>

（2）采用微调螺丝校正直埋螺栓的轴线，校正完毕后，应将微调螺丝点焊牢固。
（3）预埋螺栓丝扣外露部分应采取保护措施。
（4）设备厂家的埋件、锚固板、定位板安装过程中，应严格遵照厂家的要求，控制安装精度，采取可靠支撑，保证混凝土浇筑过程中不偏位。
（5）其他预埋件的施工参照第五章预埋铁件的制作和安装实施。



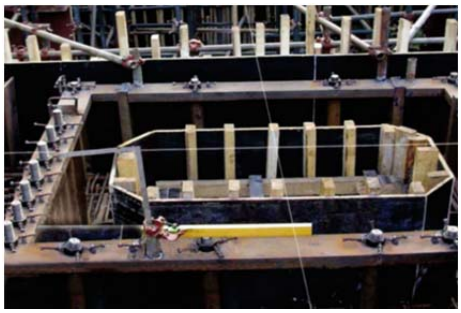
汽机基座钢筋间距控制工艺



模板对拉螺栓



对拉螺栓孔处理



螺栓固定钢架定位工艺

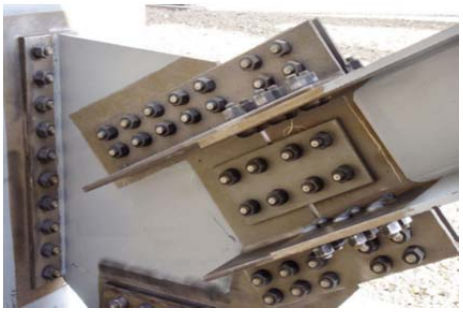
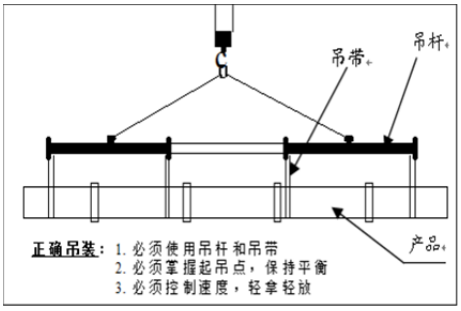
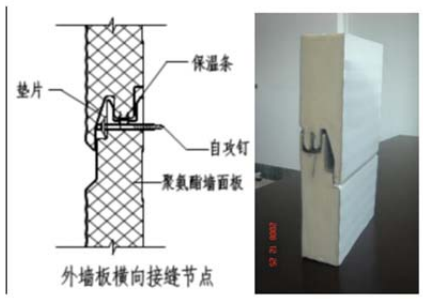


汽机基座外观工艺

07-汽机厂房钢结构施工是本工程施工重点

施工分析	钢结构施工重难点在于精准的构件加工与安装，如复杂节点的处理、变形控制；焊接质量保证，防止出现焊缝缺陷；吊运作业安全管理，确保大型构件吊装平稳；做好现场协调，保证各工序衔接顺畅。
解决方案	一、钢结构框架安装 （1）节点连接板应平整，板边、孔边无毛刺。 （2）摩擦面表面的浮锈应在接头拼装前用钢丝刷刷除。 （3）钢结构梁柱就位位置准确，连接节点螺栓方向一致、外露丝扣统一。 （4）钢结构涂装与混凝土结构分色清晰、顺直。 二、钢结构防腐及防火涂层 （1）钢结构防腐油漆涂装前基底必须认真除锈，要求达到无锈块、锈斑、氧化物颗粒及点状锈蚀，涂装面全部露出金属光泽；除锈处理验收合格后的钢结构表面必须及时涂

	刷防锈底漆。 （2）应对焊缝、毛刺进行打磨处理，焊缝不平处及点蚀坑洼处刮批原子灰腻子、砂平磨光。 （3）阴雨、潮湿天气不得进行钢结构防腐油漆作业；大风扬尘天气不得进行室外钢结构防腐油漆作业。为提高涂饰质量，宜优先采用喷漆工艺。 （4）应重视金属构件隐蔽部位（特别是套管内部、吊顶上方、饰面化装板内侧等等）、不易操作部位的涂装防腐工作，谨防遗漏。 （5）钢结构防腐油漆工程工艺标准：涂刷均匀，覆盖严密，无透底及漏刷；涂层遍数、总厚度符合设计要求，每道面漆干膜厚度≥30um；层间结合严密、粘附良好，无分层、起毛；漆膜光滑平整、润滑，色泽及厚度均匀一致，无龟裂、皱纹、气泡、流挂；不同色彩颜色界面清晰，无裹棱串色、无交叉污染。 三、普通彩色压型钢板外墙封闭 （1）板材安装应及时复查安装偏差，当满足要求后进行板材的全面紧固。紧固自攻螺钉的安装须规律、整齐，横竖一条线；在紧固自攻螺钉时应掌握紧固的程度，不可过度，过度会使密封垫圈上翻，甚至将板面压得下凹而积水；紧固不够会使密封不到位而出现漏风漏雨现象。 （2）屋面板材铺设相邻两块板应顺年最大频率风向搭接，两板间应放置通长密封条；螺栓拧紧后，两板的搭接口处应用密封材料封严。 （3）应采用带防水垫圈的镀锌螺栓(螺钉)固定，固定点应设在波峰上，所有外露的螺栓(螺钉)，均应涂抹密封材料保护。。 （4）屋面板和墙面板安装完毕后应对配件的安装做二次放线，以保证檐口线、屋脊线、窗口、门口和转角线等的水平度和垂直度。 （5）为了保证系统的一致性，泛水板，收边板，天沟，落水管及其它配件均应与屋顶、墙面围护系统配套。 （6）墙面围护结构及屋面应形成自身的防雷体系并和主体结构的防雷体系可靠连接。 （7）已安装好的板面要及时清理保持洁净，特别是施工中产生的铁屑、钢板头等物品。彩色钢板面上的塑料保护膜在施工过程应及时清除。 四、复合夹芯板外墙封闭工艺 （1）复合夹芯板外墙要求采用横排法布置墙面板，墙板施工顺序为由下至上。最下层（包含底层窗顶部）应设置板托，所有同一标高处的板托承托面应保证水平。板材与龙骨的连接每处用不少于两颗粗螺纹自攻钉固定。 （2）安装第一层墙面板时，应使用经纬仪和水平仪测量该层板的平直度，以保证上层墙面板继续安装的施工质量。 （3）安装上层面板前，应确认下层面板接头处完整清洁、无杂物，上层板从上端对齐插入下层板；安装完毕应测量标高及水平度、检查两个相邻面板的契合程度、相邻两间墙板之间间距（竖缝）均应符合节点设计要求。 （4）墙面收边板均应逆主导风向铺设；泛水板之间，包角板之间以及泛水板、包角板与压型钢板之间的搭接部位，必须设置防水密封材料。 （5）应对门窗洞口、设备洞口、女儿墙压顶处、墙面阴、阳角等处收边板与泛水板的安装作二次设计并精心操作，施工时设专人负责，确保细部处理精细完美。 （6）安装好的墙板应立即撕去表面覆膜，防止彩板保护膜在阳光的作用下老化而难以清除。

<table>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>汽轮机运转层钢结构</td><td>汽轮机运转层钢结构</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>高强螺栓连接节点</td><td>墙架檩条安装</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>复合夹芯板板吊装方式</td><td>复合夹芯板护围安装节点示意</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">08-汽机厂房地面施工是本工程施工重点</td></tr>
<tr><td>施工分析</td><td>汽轮机厂房地面施工重点在于保证地面的平整度和承载能力，保证能承受巨大的静、动荷载，同时确保防油渗、抗冲击、防静电工艺的施工质量。</td></tr>
<tr><td>解决方案</td><td>一、做好二次设计
塑胶材料、地砖、混凝土耐磨地面、防静电地板、楼地面施工前须基于实测实量的房间实际尺寸，采用计算机做效果图设计，拼花、安全警示线、踢脚线、内墙装饰、分格缝、变形缝布置等等因素均应统筹考虑，施工时严格按批准的方案实施。
二、塑胶材料楼地面施工
（1）基面应密实、无裂纹、无空鼓、不起砂、无油脂、无浮灰，要求表面有一定的粗糙度。基础砂浆要一次压光，交安层应达到自流平交安的标准，待设备安装完毕，试运行结束后再铺贴塑胶板面层。
（2）面层与基层结合牢固，无空鼓、裂缝、起砂等缺陷，面层平整，无漏胶、脱胶现象，无划痕或其它机械损伤，无气泡，无翻边翘角，无死折痕迹，在迎光位置观察无光线反射凹凸不平的感觉。
（3）与墙边缘交接吻合严密；阴阳角收边方正；上墙圆弧顺直，垫角线无空鼓。
（4）色带交圈处（墙角、柱根等范围）应采用 45°裁角拼接、接缝线顺直；采用不同颜色、图案的塑胶板拼花时，接缝应平顺、圆润；所有接缝均应平整、无缝隙，牢固严密、</td></tr>
</table>

	无翘边、无胶痕污染；拼缝处的图案、花纹吻合。 （5）踢脚线高度一致平齐、牢固，无漏胶、脱胶现象。 （6）铺设过程中，须有专人在迎光位置观察指导铺设，及时调整修复缺陷；铺设完成后，由专业压辊人员负责来回滚压，避免空鼓、虚胶现象。橡胶地板铺设完成后 12 小时后方可上人走动，48 小时后才能进行湿洗，打蜡。 三、混凝土耐磨地面施工 （1）基层砼的强度应≥C25，随浇随抹、原浆机械收面工艺，严禁撒干水泥粉或刮纯水泥素浆方式收面。 （2）建筑地面面层宜设置@150mm 双向布置 4mm 冷拔刻痕钢丝抗裂。 （3）在同其它材料地坪交接处，要留置分隔缝，面层设计留置分格缝、伸缩缝的基层相对应部位（不得错位），须留置同样宽度的缝隙。 （4）室外地坪伸缝间距≤30m，纵、横缩缝间距≤6m，应按总长度均分；广场地坪亦可按 1.5～2m 均匀分割切缝，观感效果更佳。 （5）车间（仓库）室内地面、楼面（独立小面积房间除外）纵、横向缩缝间距不得大于 3m，应按进深、开间尺寸长度均分；在设备基础四周、排水沟边、墙柱基部等部位宜设置伸缩缝。 （6）缩缝要采用专用机械锯切，切缝前必须结合现场实际统一策划，要均匀、美观；切缝时要先弹线，要求切缝宽窄一致、平直方正；缝内杂物清除干净后应采用聚氨酯或丙烯酸类防水材料炭填。 （7）踢脚线上口直线度按 2mm 以内控制与墙面结合紧密，严禁空鼓、裂缝；出墙厚度控制在 5～6mm，均匀一致、四周交圈。 四、地砖地面施工 （1）与立面墙体阴角交接处宜留置 5～8mm 间隙的伸缩缝，踢脚线或墙砖宜压地砖并留置 5～8mm 间隙，采用硅酮或丙烯酸类密封胶嵌缝。 （2）楼地面伸缩缝、沉降缝范围要随结构层留出伸缩缝，采用哑光不锈钢或铜条装饰。 （3）楼层洞口须设挡水沿，挡水沿应采用与地面饰材同等材质的板块材料铺装。 （4）地板砖铺贴前应浸水、晾干后使用，高档全瓷、玻化砖也宜湿水除去浮灰后再铺贴。 （5）地砖粘贴应采用干硬性砂浆铺贴工艺。 （6）大面积板块地面，为防止板块材料受热膨胀起拱，应要求采用净缝施工法：即所有板缝间均匀留置 1～1.5mm 左右的缝隙，操作过程中要用专用工具将板缝之间砂浆剔除，并用毛刷清洗干净水泥浆；墙边宜留置≥3mm 的伸缩缝隙并打胶封闭。 （7）硬质块料面层与钢格栅板接触边界缘口须设热镀锌角钢保护。 （8）踢脚线（含洞口保护沿饰面）应采用与地面同标准饰材切割使用，上口必须磨圆抛光；踢脚线与地面板块的拼缝要统一协调，与墙面结合紧密，严禁空鼓、断裂。 五、防静电地板地面 （1）防静电地板选材需充分了解厂商生产产品的品质，严格控制各类技术性能指标，确保材质质量。 （2）防静电地板地面施工前应进行排版设计，板块应色泽一致、接缝均匀、周边顺直。 （2）布置在地板下的电缆、电器、空气等管道及空调系统应在安装地板前施工完毕，重型设备基座固定应完工，设备安装在基座上，基座高度应同地板上表面完成高度一致。 （3）块材切割边应采用配套材料进行封边处理。 （4）铺设完成的地板表面清洁，无灰尘、遗物，图案清晰，色泽一至，接缝均匀，周边顺直，板块无裂纹、掉角和缺楞等现象。

（5）地板的边条应保证一直线，相邻地板错位不大于 1mm。

六、环氧树脂自流平地面

（1）基层要求平整密实、无空鼓、不起砂、无油脂，基层底面需设置防水隔离层做断水处理，合理设置施工缝。

（2）基面处理完毕并验收合格后（含水量为关注重点保证＜9%），涂刷两遍自流平底涂剂，第二层底涂必须在第一层干燥后施工。

（3）面层应平整光洁、色彩一致、无明显色差，不得有气泡、杂物、凸起、凹陷、针孔、裂缝、剥离等不良状况。

（4）待面层固化后，对其表面采用蜡封或刷表面处理剂进行养护，养护期最低不得小于 1 周。



汽机平台塑胶地面



通道标识示例



塑胶地面变形缝



塑胶地面变形缝细部图



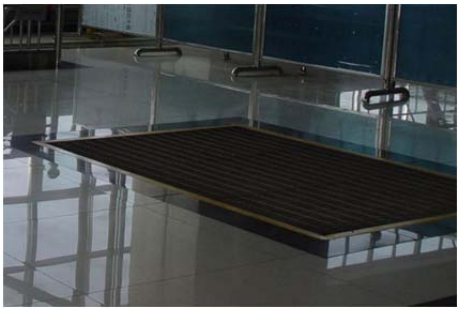
室内混凝土耐磨地面分隔缝设置



室外混凝土地坪分隔缝



厂房内地板砖地面工艺



格栅交接处的铺设工艺



地面细部施工工艺



45°割角拼接工艺



环氧树脂自流平地面工艺



防静电地板地面施工工艺

案例 2：

序号	重难点	内容	解决措施
1	核电站筏基大体积混凝土结构施工	核电站筏基混凝土应保证混凝土内实外光、尺寸正确，没有产生有害裂缝	筏基混凝土施工前应编制专项施工方案，通过做好模板、钢筋、混凝土保证混凝土施工质量；做好温度及应力计算来确定混凝土浇筑体最大温升、降温速率、里表温差等控制指标，并制定相应的温度控制措施。
2	反应堆厂房安全壳混凝土结构施工	安全壳筒身一般为钢筋混凝土筒壳结构，安全壳穹顶一般为钢筋混凝土壳体结构。安全壳混凝土结构内部预埋大量预应力管道、仪表等物项。安全壳混凝土结构施工工艺要保证混凝土结构内实外光、表面平整、曲线顺滑、棱角分明，预埋物项安装正确、牢固可靠	宜用定型爬升模板，关注特殊部位排版，控制弧度、安装偏差等，做好预埋物保护与模板加固，按要求提升模板。

序号	重难点	内容	解决措施
3	核岛反应堆安全壳钢衬里施工	反应堆安全壳钢衬里主要由底板、截锥体或加腋区、筒体壁板及穹顶组成，钢衬里为薄壁结构，具有安装精度高、易产生焊接变形等特点。按照钢衬里控制要求开展施工，各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制	底板加腋区加厚板制作，先下料、坡口加工，再组对、焊接，以控制变形。
4	不锈钢水池施工	核岛不锈钢水池表面平整，焊缝成形美观，预埋组件安装公差小，各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制	龙骨安装前进行三维建模，控制安装间距、钻孔深度及焊接变形。
5	混凝土外观质量	混凝土外观质量控制包括模板质量要保证，拼缝严密、表面平整；混凝土浇筑时要振捣均匀，避免漏振、过振；严格控制原材料质量，确保配合比准确；养护及时且到位，防止出现裂缝、麻面等问题	做好模板制作安装环节，从材料质量把控、模板设计、安装细节到后期维护，确保模板质量与性能。
6	主控室装修施工	主控室装修质量满足使用功能，达到整洁、美观的观感质量标准，室内空气质量优良，办公环境良好	核电主控室装修深化设计需专业设计院完成并获建筑设计单位认可，进行三维放样。
7	汽机厂房钢结构施工	钢结构施工重难点在于精准的构件加工与安装，如复杂节点的处理、变形控制；焊接质量保证，防止出现焊缝缺陷；吊运作业安全管理，确保大型构件吊装平稳；做好现场协调，保证各工序衔接顺畅	钢结构框架安装需保证节点连接板平整、摩擦面除锈、梁柱就位准确、螺栓外露丝扣统一。

2.5 质量目标和目标分解

核电工程招标文件编制前，建设单位应确定工程的总体质量目标。工程总体质量目标的设定应体现明确性、可衡量性、可行性和时限性要求。总承包单位主要针对工程的合同要求和企业要求，制定相关的管理目标，包括：工期目标、质量目标、安全文明施工目标、科技目标、环境保护目标、成本管理目标等。制定的管理目标应切合实际，要有一定的竞争性，并通过努力可以实现。

2.5.1 工程目标

以创国家优质工程金奖为总目标，全面落实设计优化、加强安全、质量、进度和造价管理，确保核安全文化建设水平、工程质量管理水平、工程主要技术经济指标和施工工艺达到同期、同类型工程建设领先水平，实现“安全、质量、进度、投资”的控制目标，打造设计优、质量精、管理佳、效益好、技术先进、节能环保的示范工程。

高排序通过“推荐核能工程参评国家级优质工程奖”评审。最终获得国家优质工程（金）奖等。

2.5.2 目标分解及阶段目标

结合总目标的必要条件有针对性的进行梳理，阶段目标按总目标时间线及逻辑关系梳理制定，包括合法合规性文件、核安全文化建设、施工质量、HSE 管理、进度管理、投资管理、工程设计、设备采购管理、调整试验、生产运行、档案记录、质量保证、绿色施工、新技术应用等进行工程目标的制定。

2.5.2.1 合法合规性文件

工程项目应取得报建、批复、许可及验收等合法合规性文件。文件应完整、规范、有效，为工程项目质量提升提供合法合规性保障。规定合法合规性文件主办及归档的负责部门，对下表内容进行信息收集及文件存档。

建设前期程序及审批、许可情况。

审批、许可事项	审批、许可机构	审批、许可文号	审批、许可时间
XX	XX	XX	XX

竣工验收情况。明确各项验收时间及验收部门（单位）。

验收事项	验收机构（单位）	验收文号	验收时间
XX	XX	XX	XX

2.5.2.2 核安全文化建设

制定核安全文化培育目标，健全核安全文化组织机构，设立核安全委员会和独立的核安全监督体系，按计划推动核安全文化建设工作，应涵盖以下内容：决策层的安全观和承诺、管理层的态度和表率、全员的参与和责任意识、培育学习型组织、构建全面有效的管理体系、营造适宜的工作环境、建立对安全问题的质疑、报告和经验反馈机制、创建和谐的公共关系。

2.5.2.3 施工质量

1）不发生一般及以上质量事故；单位工程一次验收合格率 100%。同时确定分部分项工程验收一次合格率指标；施工质量见证点（H/W）一次合格率指标，核级焊缝 RT 一次合格率指标。

2）有创国优目标的工程，行业施工质量评价得分须 92 分以上；国家优质工程奖复查实体质量评价得分 510 分以上，平均良好率达到 85%以上；创国家优质工程金奖项目复查实体质量评价得分 570 分以上，平均良好率达到 95%以上。

3）土建工程重要性能试验、检测数据，重要设备、设施、装置安装调试后的重要性能参数满足设计及规范要求。

4）各专业开展精品工艺、亮点工程策划工作。

秉承“精品工程、样板引路、一次成优”的创优理念，开展卓有成效的质量提升活动，比如开展工艺标准化、开展质量亮点、创新实践、样板工程标准化，减少质量通病发送，积极探索质量数字化管理。（注：精品工程不应只是某一点或某几点有亮点、有特色的工程，而应首先保证工程质量的整体均衡性，应是整体质量缺陷很少的工程。工程亮点不一定都是可见的、有数据支撑的，坚固、可靠、安全、耐久、节能、环保等都应是工程的亮点。亮点应量化、体现出差异性，如与国家或行业标准相比、与行业平均水平相比、与国内外同类工程相比；不能单纯以高于国家、行业标准作为施工质量的亮点，比如标准的规定已经完全可以满足正常使用，根本不需要再提高标准时，这样的高标准就不是工程的亮点而是资源的浪费。）

5）施工质量过程管控还应关注：规范要求的第三方检测，中国核能行业协会梳理汇总的“推荐核能工程参评国家级工程奖”的问题清单及改进建议，针对提升工程建设质量开展的相关课题成果等。

2.5.2.4 HSE 管理

不发生一般及以上生产安全事故、辐射事故、交通责任事故、火灾和爆炸事故、误操作事故、环境事件、治安与刑事事件、有社会影响的不良事件。

应建立完整的 HSE 管理体系，并保证体系运转良好，重点策划以下内容：安全目标及制度规程、人员资格与培训、安全设施设计、标识、工业安全、消防、特种设备和环境保护、应急设施、辐射防护、隐患排查治理、作业控制、环境应急、职业健康监测等方面内容。

2.5.2.5 进度管理

收集同类型机组进度数据，根据本工程特点及难点合理制定工程进度目标，科学合理地制定并执行各级进度计划，保证工程建设工期目标的按期实现。

2.5.2.6 投资管理

收集同类型机组投资数据，根据本工程特点及难点合理制定工程投资目标，强化工程成本控制，竣工决算造价不突破工程概算造价，且单位造价在同时期、同类型机组中具有竞争力。

2.5.2.7 工程设计

1）争获省部级工程设计奖和国家级工程设计奖，以及中国施工企业管理协会组织的工程建设项目设计水平评价一等成果。

2）依据《工程建设项目绿色建造水平评价办法》，制定绿色建造设计目标值，应广泛采用“四节一环保”技术，设计的环保指标满足国家相应环保标准，对于先进指标、绿色指标、创新指标、效益指标各维度满足设计水平评价标准。

3）积极采用“五新”技术、“建筑业十新”技术和低碳节能技术。

4）工程设计应体现创新性要求，包含但不限于理念创新、技术创新以及依托本工程取得的创新成果，包括课题、专利、专用技术、奖项、竞赛活动成果、参编标准、发表论文等。

5）积极实施设计优化系列措施，分系统、分模块确定设计优化比选方案，提高全员质量提升意识，从源头落实工程质量提升。

6）积极采用信息化、数字化技术推动管理创新。

7）工程设计应严格规定采标原则和标准版本变更、标准增减等管理活动，建立和维护设计标准库，开展设计标准符合性评估等工作。

2.5.2.8 设备采购管理

1）设备采购单位组织主要设备供应商确定“五新”技术应用目标、关键设备制造国产化率目标、自主创新目标。

2）设备采购单位收集同类型机组设备采购、设备制造、设备管理、运行期间的经验反馈，针对设备质量问题实施技术改进。

3）设备采购单位应组织开展设备制造过程中创新成果的查新鉴定、专利申报等工作。

2.5.2.9 调整试验

依据《国家优质工程奖复查实施细则（核能工程）》、《中国核能行业协会推荐参评国家级优质工程奖项目现场复查规程》和《核电工程施工质量评价规程》等要求，制定目标，完成全部试验项目且满足验收标准、主要参数（主回路设备、安全壳泄漏率、一回路泄漏率、汽机轴系振动值、发电机漏氢率和凝汽器真空度等）满足设计或厂家技术要求、168h 满负荷试运行期间无非计划停堆停机、机组性能综合指标满足设计要求，主要技术经济指标行业领先。

调试单位应建立高效的调试组织机构，制定并有效执行完整、科学、合理的调试管理程序，加强过程控制，严格执行调试文件包管理制度，做到调试工作不漏项、不甩项，每项工作有措施、有记录，做到试验规范，数据真实可靠，报告完整。

2.5.2.10 生产运行

依据《国家优质工程奖复查实施细则（核能工程）》、《中国核能行业协会推荐参评国家级优质工程奖项目现场复查规程》、《核电厂运行业绩指标评定标准》和《核电工程施工质量评价规程》等要求，结合本工程特点制定目标包括：机组能力因子、强迫能力损失率、7000 临界小时非计划自动紧急停堆次数、安全系统性能（高压安注系统、辅助给水系统、应急交流电源系统）、燃料可靠性、化学指标、集体剂量达到 WANO 先进值。

2.5.2.11 工程档案

依据《中国核能行业协会推荐参评国家级优质工程奖项目现场复查规程》和《核电工程施工质量评价规程》要求，结合本工程特点制定工程档案质量提升目标，确保工程档案规范、完整、准确、系统，便于快捷检索利用，达到行优和国优的标准和要求。

档案质量提升内容包括：档案管理体系健全，档案实施信息化管理，档案工作的基础管理、归档的范围、归档时间、案卷质量符合国家重大项目档案管理规定要求。

2.5.2.12 质量保证

依据《中华人民共和国核安全法》、《核电厂质量保证安全规定》（HAF003-1991）、《中国核能行业协会推荐参评国家级优质工程奖项目现场复查规程》和《核电工程施工质量评价规程》要求，结合本工程特点制定目标。质量保证大纲及项目程序体系完善，发布及时、有效，编审批手续齐全，对工程项目建设情况有良好的指导作用，质量保证体系运行有效，质保监查有效性高。

法律法规标准规范清单完整，动态管理及时更新，所使用工程质量验收规范及施工工艺标准均与工程实际相符且具时效性。

2.5.2.13 绿色施工

依据中国核能行业协会《核能建设工程绿色施工评价规程》、中国施工企业管理协会《工程建设项目绿色建造水平评价体系管理办法》绿色施工评价内容，结合本工程特点制定绿色施工目标。

绿色施工总体规划框架由环境保护、节材与材料资源利用、节能与能源利用、节水与水资源利用、节地与施工用地保护五个方面组成。这五个方面需涵盖绿色施工的基本指标，同时包含施工策划、材料采购、现场施工、工程验收、调试、运行阶段等各阶段的指标。

建立绿色施工管理体系和管理制度，采取有效的技术措施，全面贯彻落实国家关于资源节约型和环境保护的政策，最大限度节约资源，减少能源消耗，降低施工活动对环境造成的不利影响，提高施工人员的职业健康安全水平，保护施工人员的安全与健康。

各参建单位需遵循“四节一环保”的要求，制定切实可行的绿色施工方案，在组织和措施上加以落实，同时积极宣传绿色施工的环保理念，营造绿色施工的氛围，实现工程全过程的管理标准化、规范化、科学化，争创一流绿色施工工程；核能工程建设绿色施工专项评价得分 85 分及以上。

2.5.2.14 新技术应用

依据国家、行业各相关质量提升文件要求和中国核能行业协会《核能工程建设新技术应用专项评价办法》，结合本工程特点制定目标。积极采用国家重点节能低碳技术、建筑业十项新技术、电力建设五新、自主创新研发的新技术；积极策划申报工法、专利、QC 活动成果、科技进步奖等奖项成果，编制本工程拟创奖项策划清单；参加国际、国家、行业、团体标准的编制；核能工程建设新技术应用专项评价得分 85 分及以上。

2.5.2.15 风险管理

做好全面风险管理，使工程建设和运行期间各类风险可控在控。建立健全风险管理体系，包括项目风险组织及职责分工、风险管理目标计划、风险管理制度流程、风险管理工具方法、风险管理评价考核等。在工程项目各阶段，组织实施风险管理策略和解决方案，确保风险事件事前、事中、事后各项具体应对措施得到有效落实，定期开展实施情况自查和检验，及时发现缺陷并改进。

2.6 质量风险分析

应对工程在实施过程中存在的潜在风险源从设计、进度、管理、质量、资金、安全、环保等方面进行识别分析，并制定相应对策，确保工程平稳推进。

案例：

2.6.1 进度风险

序号	风险内容	应对措施
1	内置换料水箱后贴法完成滞后的风险	房间：地坑甲供物项到货滞后，安装单位 20~23 年 11 月 6 日安装完成，移交土建，土建钢结构施工工期 60 天；25 45 °区域 6 块覆面板受安装单位消防管漏水影响无法焊接，等待上游单位确定处理方
2	内置换料水箱后贴法完成滞后的风险	L108 房间土建施工未启动，凿毛未开始，土建移交钢结构时间滞后
3	混凝土供货风险	搅拌站混凝土产能不足。
4	房间移交的风险	核岛房间移交受现场结构施工滞后影响，储备房间 数量不足，且受中混混凝土供应不足影响，房间地面装修混凝土浇 筑滞后，房间移交压力较大。
5	预装设备风险	核岛周边厂房受预装设备到货滞后情况，已 严重影响主体结构施工
6	天气制约风险	根据往年天气情况，每年 4 月至 9 月台风现象频发，带来的降雨情况也偏多，影响现场施工
7	人员流失风险	春节期间，人员集结难度较大且人员流失率较高。

2.6.2 安全生产风险

序号	风险内容	应对措施
1	塔吊安拆作业	塔吊安拆未按规程、方案操作造成坍塌
2	施工用电	临近带电体作业未办理申请，未采取防护措施，未按既定措施施工或人员误操作导致触电
3	群塔作业	塔吊未安装防碰撞装置，且塔吊之间的安全距离过小，司机、指挥 人员预判有误，造成起吊臂与塔吊钢丝绳相互碰撞，造成人员受伤、物体受损
4	脚手架使用过程	作业过程中私自拆除支撑或其他受力杆件或，坍塌伤人、伤物
5	边坡喷锚作业	脚手架未按方案要求进行搭设或未经验收投入使用，坍塌伤人、伤物

2.6.3 施工环保风险

序号	风险内容	应对措施
1	核电工程施工过程中建筑垃圾、扬尘控制、噪声污染等有一定被投诉风险。	根据《安全文明施工标准化指南》的有关规定，做好项目绿色施工各项工作，要求针对性强，施工前做好交底工作；选用节能、低噪机械设备，合理分配作业时间，尽量避免夜间施工；施工现场配备洗车池、洒水车、雾炮机、污水处理等环保设备，常态化做好噪声、扬尘、水污染等 控制，对裸土部位进行绿化或常态化覆盖。加强同当地住房和城乡建设局有关工作人员的沟通协调，提前沟通环保相关事宜，做好预防和准备工作。

2.6.4 工程质量风险

序号	质量风险	质量风险主控项目
1	地下防渗漏工程	地下室外墙、覆土顶板、底板砼出现裂缝
2		地下室地下室外墙、覆土顶板、底板砼出现孔洞
3		地下室外墙止水螺杆设置及端头处理
4		地下室外墙穿墙套管
5		后浇带和施工缝止水钢板
6		地下防水基层处理
7		地下（含车库顶板）防水搭接、防水加强层
8		地下防水施工、成品保护；渗漏
9	屋面防渗漏工程	屋面板砼裂缝
10		屋面板、露台及女儿墙泛水区域内混凝土质量
11		出屋面烟风道、女儿墙反坎一次性浇筑
12		出屋面、地下室顶板和露台管道必须设刚性防水套管
13		屋面、露台防水卷材搭接宽度
14		屋面、露台防水卷材收头
15		檐口、檐沟、天沟、水落口、泛水、变形缝和出屋面管道处的防水构造
16		屋面、露台防水层不得有渗漏
17	墙面顶棚装修工程	保温基层
18		保温板(含岩棉板)排版、收头及包封
19		保温防渗漏
20		外墙涂料分隔缝
21		外墙涂料质量
22		外墙瓷砖、文化石、非幕墙石材
23		楼内公区瓷砖、石材
24		墙面瓷砖、石材
25		腻子、面漆
26		石膏板吊顶质量
27		公区石膏板吊顶
28		铝板吊顶质量
29		壁纸质量
30		入户门、室内门质量
31	楼地面防渗漏工程	管洞撑补到位
32		烟风道撑补到位
33		卫生间、厨房和阳台（若有防水）防水基层
34		卫生间、厨房和阳台（若有防水）防水施工效果
35	楼地面装修及细部工程	地采暖及地面
36		非地暖地面找平层
37		地砖、石材
38		公区地砖
39		木地板
40		窗台板

序号	质量风险	质量风险主控项目
41	门窗幕墙栏杆工程	窗框与钢副框间缝隙应采用保温、防潮且无腐蚀性的软质材料填塞
42		外窗边框与墙体间应做好密封防水处理;门窗体及钢副框安装质量及成品保护
43		金属和石材幕墙安装质量及成品保护
44		玻璃幕墙安装质量及成品保护
45		栏杆安装质量及成品保护
46	安装工程	雨落管

2.6.5 设计风险

序号	风险内容	应对措施
1	本工程质量目标为四川省“天府杯”、中国钢结构金奖、国家优质工程奖。根据《中国施工企业管理协会文件》要求，参评国家优质工程奖，设计理念领先，达到国家优秀设计水平。	由于本项目设计单位为中国建筑西南设计研究院，全国优秀工程勘察设计奖每两年评选一次，项目提前组织人员与西南设计研究院项目负责人进行对接，共同就本项目设计参评工作做准备。

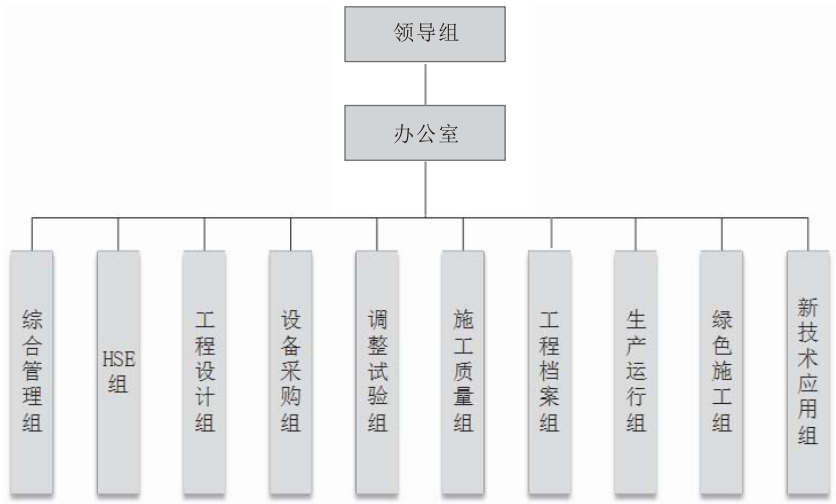
2.7 质量保证要素策划

2.7.1 质量保证体系

工程质量管理是一个综合性的系统工程。需要工程上下全员全方位参与。为高效推动工程质量提升工作开展，项目应成立质量管理专项组织机构。专项组织机构应层级合理，管理顺畅。一般设置质量提升领导组、办公室、工作组等三层级的组织机构，各层级应职责明确、各负其责。质量提升工作组一般应涵盖核安全文化、合规性文件、新技术应用、绿色施工、生产运行、调整试验、施工质量（含质保）、HSE、工程设计、设备采购、档案、进度、投资、风险等领域的质量提升职责，各单位可根据实际情况设置符合项目管理特点的质量提升工作组，覆盖以上质量提升要素。

（1）组织机构

组织机构图示例：



质量提升组织机构图

1）领导组

组长宜由建设单位的总经理担任，副组长由建设单位和总包单位的主管质量提升工作的领导担任，成员应包括监理、总承包、设计、采购、建安承包商、调试承包商、运营等单位的相关领导。

2）质量提升办公室

质量提升领导组下设质量提升办公室，负责质量提升工作日常事务管理。主任宜由建设单位主管质量提升工作的领导或主管质量提升部门的负责人担任，副主任由建设单位、总包单位、监理单位的主管质量/工程的主要负责人担任，成员主要为各相关单位的质量提升接口人。

3）质量提升工作组

根据工作需要设立工作组，负责组织各专业具体质量提升工作的组织实施。一般设置综合管理组、HSE、工程设计、设备采购、调整试验、施工质量、生产运行、工程档案、绿色施工和新技术应用 10 个工作组。根据业务内容组长可由建设单位或总包单位人员担任，组员为相关参建单位专业人员。

（2）管理职责

根据工程实际情况，结合项目管理特点，对质量提升组织机构各层级赋予相应的管理职责。通常情况下，各组织机构的职责包括以下内容：

1）领导组职责

负责工程质量提升领导工作；负责审批工程建设质量提升总体规划；组织对规模接近、机组技术路线相似的工程项目进行考察，确定本工程项目的设计优化、设备改进、施工创新等的需求；根据需要召开会议讨论并处理质量提升实施中的重大问题；为质量提升工作需要的各项资源提供保障。

2）质量提升办公室职责

负责质量提升日常管理和协调工作；传达质量提升领导组的工作要求，检查任务落实情况；组织召开定期会议，讨论质量提升工作中存在的问题；组织编制、修订工程质量提升体系文件，定期检查工作落实情况；负责工程质量提升评价申报、总结和复查迎检等归口管理工作；负责质量提升咨询单位的接口协调，组织现场检查/验收准备，组织落实咨询意见、建议；组织开展工程质量提升自评价，编制质量提升自评价报告（年度）；组织质量提升培训与经验交流；组织质量提升工作的考核评比。

3）各工作组职责

各工作组要结合国家、行业各相关质量提升文件，在工程建设中严格过程质量控制，在过程中形成质量提升的支持性材料，将质量提升活动贯穿于工程建设全过程，确保质量提升目标按期实现。示例如下：

类别	职责
综合管理组	负责组织落实质保体系管理领域的质量提升指标；负责组织落实核安全文化建设领域的质量提升指标；负责组织落实工程进度、投资控制和风险管理领域的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督导相关责任单位及部门开展本领域质量提升工作，并实施质量提升过程监督；负责检查工程建设项目合法合规性证明文件的规范性、完整性、有效性；参与质量提升办公室组织的相关活动；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
HSE 组	负责组织落实 HSE 管理领域的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督导相关责任单位及部门开展 HSE 领域质量提升工作，并实施质量提升过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；组织开展职业健康安全与环境管理自查与整改验收工作，配合预检、复检职业健康安全与环境管理组的检查工作；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查，并做好问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。

类别	职责
工程设计组	跟踪设计领域新技术及绿色节能技术的应用，确保“绿色、环保、节能”理念充分体现在设计过程中；督导设计单位定期开展设计领域经验反馈工作，收集同类型机组的设计缺陷，跟踪经验反馈在优化设计中的落实情况；组织制定设计质量提升细则，根据质量提升分目标制定并落实保证措施；负责组织落实工程设计相关的质量提升指标，并确保获国家级设计奖；依据全过程质量提升工作计划，督导设计领域相关责任单位及部门开展设计领域质量提升工作，并实施过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
设备采购组	组织制定设备采购领域质量提升细则，根据质量提升分目标制定并落实保证措施；负责组织落实核电设备质量相关的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督导设备采购相关责任单位及部门开展设备采购领域质量提升工作，并实施过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；跟踪设备类科研攻关及新材料、新技术应用，收集基于本工程主要设备产生的专利、科技进步等奖项；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
施工质量组	根据质量提升分目标，结合工程特点，负责组织制定质量提升实施细则并督促落实；负责组织落实施工质量相关的质量提升指标，包括土建、电仪、机械、焊接等方面；组织建造过程中精品项目和亮点工程的策划、实施、检查、考核；依据全过程质量提升工作计划，督导施工管理相关责任单位及部门开展施工领域质量提升工作，并实施过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；组织开展工程质量自评价与整改验收工作，配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
调整试验组	根据质量提升分目标，结合工程特点，负责组织制定调试质量提升细则并督促落实；负责组织落实机组调整试验领域的质量提升指标；按照机组质量提升要求，负责审查调试大纲及重大调试方案与措施，跟踪检查督促分系统和整套启动方案、措施和反事故措施的执行；参照国家、行业各相关质量提升文件的要求，检查督促调试工作的规范化管理，检查调试文件包制度执行情况，检查调试“验标”的符合情况，保证调试工作数据真实，记录准确，报告规范，不漏项，不甩项；组织好调试阶段的工程质量提升的检查与评价，调试发现的设备、系统运行异常，应及时分析，找出对策，彻底消除隐患，提供最佳的运行状态；加强设备管理，及时消除设备缺陷，不断提高设备健康水平；要做到移交生产时无调试未完项目，力争各项主要技术经济指标达到行业标杆水平；组织开展调试与性能指标组的自查与整改验收工作，配合预检、复检调整试验组的检查工作；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
生产运行组	组织制定生产运行质量提升细则，根据质量提升分目标制定并落实实施措施；负责组织落实生产运行领域的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督导生产运行相关责任部门开展生产运行领域质量提升工作，并实施过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
工程档案组	贯彻执行国家档案法及行业法规、规定，制定本工程档案管理的具体规定和要求；负责组织落实工程档案相关的质量提升指标，督促各参建单位归档资料收集齐全、准确无误、完整规范，及时归档；按照核能工程参评国家级优质工程奖要求，负责收集归档工程建设项

类别	职责
	目合法合规性证明文件；组织对工程各责任主体的归档文件、资料的预检，实施闭环管理顺利通过上级档案主管部门验收，确保质量提升目标实现；根据全过程质量提升工作计划开展相关质量提升工作，参与质量提升办公室组织的相关活动；组织开展工程档案自评价工作，配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
绿色施工组	负责制定绿色施工整体管理方案并推动参建单位实施绿色施工，最大限度地节约资源、减少对环境的负面影响，实现“四节一环保”目标（节能、节地、节水、节材和环境保护）；负责组织落实绿色施工相关的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督促设计、施工、调试及运行相关责任部门在责任领域落实绿色施工相关质量提升要求，并实施质量提升过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；负责组织开展绿色施工自评价，编写自评总结；负责配合绿色施工的评价工作；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。
新技术应用组	负责组织编制新技术应用管理方案、新技术应用清单、奖项成果策划清单，并推动参建单位实施；负责组织落实新技术应用领域的质量提升指标；依据全过程质量提升工作计划，督促设计、施工、调试及运行相关责任部门在责任领域落实新技术应用相关质量提升要求，并实施过程监督；参与质量提升办公室组织的相关活动；督导各参建方进行科技进步、工法、专利、QC 活动成果等奖项申报；负责配合本工程新技术应用评价工作；配合相关专家做好过程质量提升咨询和质量提升检查工作，并做好质量提升问题整改落实跟踪，确保闭环管理；对于质量提升全过程中相关不符合情况及时向质量提升办公室反馈。

2.7.2 质量管理制度和责任落实

明确的质量目标必须要有健全的管理制度保证，科学合理的组织管理体系，也必须要有健全的制度来体现。

依据《中华人民共和国核安全法》、《核电厂质量保证安全规定》（HAF003）和其他核安全法规及导则和合同约定，建立健全质量保证体系建立健全质量管理制度、强化制度管理、制度在先、按章行事，形成良好的质量管理氛围，充分发挥各职能组织的作用，确保既定的质量目标的实现。

凡对工程质量有影响的各项活动都均制定有计划的、系统的实施质量保证大纲的程序、细则和图纸，并按适用于该活动的书面程序、图纸、指令和说明书实施开展工作，包括但不限于以下制度：“图纸和变更洽商管理制度”、“施工组织设计、施工方案及技术交底管理制度”、“测量管理制度”、“试验管理制度”、“材料、设备、构配件进场检验管理制度 ”、“质量样板制度”、“隐蔽工程及关键工序质量检查验收制度”、“工程质量自检、申报、签任制度”、“质量问题处理制度”、“质量联检及质量例会制度”、“分包质量管理制度”、“质量教育培训制度”、“工程资料管理制度”、“计量器具管理制度”、“质量事故报告制度”、“质量奖罚制度” 等质量管理制度。

同时要强化责任落实，将制度规定的内容切实落实到创优过程中，形成闭环。

2.7.3 质量提升措施

为保证实现质量提升目标，应做到组织落实、责任落实、措施落实。以建设单位为首建立工程质量提升组织机构，制定工程建设质量提升总体规划，加强对质量提升工作的组织和管控。

2.7.3.1 组织保证措施

1）成立以建设单位总经理为首的项目质量提升领导组，设置质量提升办公室和质量提升工作

组，保证质量提升组织体系完善，职责分工明确。

2）签订咨询合同，从前期策划、组织实施、过程控制、评优申报等方面进行全过程服务，为质量提升提供可靠的外部组织支持。

3）突出建设单位外部综合协调、资源调配职能，强化监理单位监督控制的能力，激发各参建单位质量提升的主观能动性，保证质量提升工作有组织、有计划推进。

4）加强对标交流，通过学习同类型机组建设经验，提高技术管理能力，提升项目整体管理水平。

2.7.3.2 制度保证措施

为确保国优目标的实现，以国家、行业各相关评优及推优顶层文件为指导，在 FCD 前建立由建设质量提升总体规划、质量提升细则、质量提升实施专项方案组成的质量提升文件体系。使质量提升工作从制度上做到有策划、有组织、有落实、有检查/评审、有验收、有申报，做到全过程控制。质量提升资料收集要同步进行，保证资料记录准确、及时、完整和有效。

质量提升文件体系包括但不限于以下文件：

第一层：策划文件，含《工程建设建设质量提升总体规划》《工程质量提升工作计划》，由建设单位（或委托总承包单位）组织编制。

第二层：管理细则文件，含《生产运行质量提升细则》《监理质量提升细则》《设计质量提升细则》《设备采购质量提升细则》《建安施工质量提升细则》《工程调试质量提升细则》《绿色施工细则》等，由工程参建各方组织编制。

第三层：专业实施文件，《土建专业质量提升实施方案》《机械专业质量提升实施方案》《电仪专业质量提升实施方案》《焊接专业质量提升实施方案》，由建安施工单位组织编制。

质量提升工作要形成定期工作机制，包括工作会议机制、学习培训机制、检查评价机制、奖惩机制，编制全周期工作计划（详见附件 2），参建各方形成合力，共同解决质量提升过程中的问题。

2.7.3.3 资源保证措施

（1）资金：工程项目在招标时应提出质量提升目标及要求，响应国家高质量发展的政策，提出工程自主创新、新技术应用、精品及亮点工程评比、消除质量通病等专项措施费用，制定专项费用的考核标准、支付条件；投标方响应招标要求，编制质量提升保证措施并单列报价。建设单位（招标方）评标打分时应充分考虑投标方质量提升的资源投入及保证措施可行性。

资金使用必须围绕“以实际成果为导向，以过程控制为基础”的原则进行统筹安排，建设单位有权根据工程实际完成效果及验收情况对专项费用进行考核。

（2）人员：建设单位和参建单位应组织相关技术人员参与质量提升工作，建议设置专职质量提升管理人员，该人员应经过必要的内、外部培训且人员相对固定，不宜频繁调换，具备质量提升管理岗位必需的工作技能或管理知识，熟悉并掌握国家优质工程奖、推荐核能工程参评国家级工程奖相关文件要求，参与编制本工程的质量提升体系文件要求，按照质量提升计划组织开展质量提升活动。

（3）材料、设备：国家限制、禁止使用技术中的相关设备、材料严禁用于本工程项目。建设单位和参建单位应组织定期的专项检查。

工程所用的材料与设备应把好进场关，严格审查材料设备进场验收证明材料，相关质量技术管理人员严格审查技术规格书中材料设备规范的有效性、验收的具体要求，按规范做好进场的复验工作。

（4）技术的保证措施：建设单位及参建单位要建立技术管理体系，保证所有技术管理人员熟悉掌握质量提升措施，将质量提升相关要求落实到施工方案、工作程序、作业指导书、设计变更、二次设计、材料采购技术规格书、技术交底、重要试验与检验、有效标准规范使用、工程资料等各方面。

2.8 设计质量管理

2.8.1 设计管理概述

设计是工程建设的龙头，对核电工程的功能、品质和全周期的经济效益起决定性的作用。应强调交付标准，实现建设目标，通过设计管理平衡参建各方需求。从组织机构上应设立具有设计管理职能的部门或人员，保证设计、采购、施工和调试之间沟通顺畅，协调出图进度，保障现场施工。应强调设计驻场的重要性，设计驻场可以缩短施工、设计沟通时间成本，强化设计、采购、施工和调试联合一体的作用，并为工程技改和后续机组设计优化收集第一手资料。

2.8.2 设计特点难点

2.8.2.1 设计特点

总结本工程建设中区别于同期同类型工程的概括性、宏观的设计特点。工程设计特点主要包括：

1）反应堆堆型或技术路线（例如：压水堆或其他、华龙一号或国和一号等）；

2）工程地理特点（例如：寒冷地区保温防寒、炎热地区暖通空调、沿海地区防潮防盐雾、内陆地区取排水特殊条件、以及地质地震气象水文等）；

工程建设规模或容量（例如：机组功率、进出线和输变电、温排水条件等）；

工程结构特殊性（例如：安全壳型式、结构模块等）；

工程工艺特殊性（例如：大体积混凝土浇筑、一体化锻造工艺等）；

其他特点（例如：首堆工程、改进型、批量化等）。

工程设计特点可采用部分量化指标并与其他在运机组有所对比，突出优势和差异化。

2.8.2.2 设计难点

总结本工程建设中区别于同期同类型工程的重点需要解决的设计难点。设计难点应在工程设计策划阶段得到梳理，经过采取措施努力解决后转化为本工程设计的优势。可分区域或系统进行详细描述。

工程设计难点主要包括（可采用表格列出）：

序号	设计内容	难点（举例）
1	总体设计	总参数、总布置、总平面、防火设计等
2	堆芯设计	先进燃料、先进堆芯装载方式、反应性控制等
3	主设备设计	新设备研发、主设备国产化等
4	工艺系统设计	先进三废处理工艺等
5	工艺布置设计	设备出入、运输通道、放置空间和重物升降等
6	电仪控设计	数字化反应堆保护系统等
7	土建设计	抗飞机撞击、结构模块化等
8	暖通设计	主控室可居留环境设计、空气净化处理的能力与可靠性等
9	给排水设计	先进水处理工艺、冷源致灾生物监测防控、污废水深度处理与综合利用等
10	常规岛设计	汽轮机厂房半地下式布置、冷端优化等

序号	设计内容	难点（举例）
11	电厂附属设施（BOP）设计	放射性废物处理设施等
12	厂区设计	厂区生态设计等
13	…	…

工程设计难点还应包括科研攻关课题（知识产权成果），新技术应用（成果应用案例）以及核安全文化融入设计的状态等。

2.8.3 设计质量保证措施

2.8.3.1 组织制度保证措施

1）在工程质量提升总体组织机构框架下，完善设计质量提升组织体系，明确职责分工。激发各设计单位质量管理的主观能动性，保证设计质量提升工作有组织、有计划推进。协调工程参建各方形成质量提升合力，共同解决设计质量提升过程中的问题。

2）设计方应建立工程项目设计质量保证体系，不断强化内部质量管理，严格质量过程控制。明确项目设计活动要按程序要求实施，确保将设计输入正确地转变为设计输出，设计策划、设计输入、设计分析、设计验证、设计输出、设计变更、记录及接口的控制，要依据相应的管理程序执行。要在确保安全的前提下，优质、高效地完成合同范围内的设计和服务工作，以保护工作人员与公众的健康和安全。

3）加强对标交流，通过学习同类型机组设计经验，提高技术管理能力，提升项目整体管理水平。

4）设计质量管理工作要形成定期工作机制，包括工作会议机制、学习培训机制、检查评价机制、奖惩机制。从制度上做到有策划、有组织、有落实、有检查/评审、有验收，做到全过程控制。设计质量提升资料收集应同步进行，保证资料记录准确、及时、完整和有效。

5）设计创优工作制定全周期工作计划，并主动协调工程参建各方形成工程创优合力，共同解决设计创优过程中的问题。

2.8.3.2 资源保证措施

1）设计总包方和分包方应组织相关技术人员参与质量提升工作，建议设置专职质量提升管理人员，相关人员应经过必要的内、外部培训，具备质量提升岗位必需的工作技能和管理知识，熟悉并掌握国家优质工程奖、推荐核能工程参评国家级优质工程奖评审相关文件，参与编制本工程的设计质量提升体系文件，按照计划组织开展质量提升活动。

2）资金使用必须围绕以“实际成果为导向，以过程控制为基础”的原则进行统筹安排。设计质量提升要包括设计总包方在设计分包招标时应提出质量提升目标及要求，响应国家高质量发展的政策，提出工程自主创新、新技术应用、质量提升等专项措施费用，制定专项费用的考核标准、支付条件；设计分包方响应招标要求，编制质量提升保证措施并单列报价。建设单位和设计总包方评标打分时应充分考虑投标方质量提升的资源投入及保证措施可行性，有权根据工程实际完成效果及验收情况对专项费用进行考核。

3）国家明令禁止使用的设备和材料应严格禁止用于本项目，设计方在设备选型、材料选用等方面应严格把关，建议设计方制定技术和管理措施，从源头上避免错选误用。设计方应组织技术规格书专项检查，严格审查技术规格书中设备和材料规范的合规性和有效性，并支持工程建设相关方

按规范做好设备和材料进场复验或验收工作。

2.8.3.3 技术保证措施

1）设计方应建立技术管理体系，明确技术管理的组织机构、决策机制和流程，确保设计技术人员和管理人员熟悉相关制度，保证设计技术问题得到恰当分类、上报、协商、决策和落实，推动设计优化。

2）设计方技术和管理人员熟悉掌握质量提升措施，将质量提升相关要求落实到设计策划、技术方案、设计变更、二次设计、采购技术规格书、设计技术交底、重要试验与检验、有效标准规范使用、工程资料等各方面。

3）设计方应在设计活动中认真贯彻执行工程项目适用的法律、法规、规范和标准，应严格执行包括工程评优文件在内的部门规章、行业制度和合同技术要求，确保设计技术合规性。

4）设计方应保证工作质量，并及时总结经验教训，持续改进，精益求精。要持续推进设计优化，从设计管理体系、管理平台和工具、流程和作业指导书等各方面进行创新，建立并完善经验反馈体系。

5）设计方应高度重视设计配合，强调顶层策划，关注过程实施，建立机制和流程，以实现接口管理的目标：及时有效的开展接口信息传递，确保接口信息的准确性，做好接口信息记录，保证接口信息可追溯。主要包括：建立接口管理规定和接口控制手册，建立接口管理信息化平台并优化流程，有效过程管控并及时响应和处理。

6）设计方应落实设计变更管理要求，制定程序规范设计变更文件的发起、过程控制和管理等相关要求，使所有设计文件的变更做到有章可循，从而保证设计质量的延续。要按对设计、接口、进度和费用的影响开展设计变更分级管理，要明确对重要和重大设计变更的管理要求，切实控制设计变更可能引发的项目风险，要应用信息化管理手段以提升设计变更过程管控效率和流程标准化。

7）设计方应按照合理的设计逻辑进行设计控制，确保设计方各专业间合理的上下游或迭代设计流程，确保设计交付成果满足工程实施、执照申请等相关需求，确保设计方内、外部各级计划遵照低层计划服从高层计划、内部计划满足外部计划的原则。

8）针对设计图纸结合现有施工条件与水平，总承包项目部应组织开展全专业全方位持续性深化设计，以便使本工程细节严谨，一次成优。例如：

地基基础与主体结构工程施工前，针对工程结构形式、部位节点、施工难度等策划需采用的施工方法、施工工艺、质量控制措施、安全控制措施、适用的质量标准、验收方法、主体与二次结构连接方法、主体结构与装饰工程、安装工程连接、预留预埋、细部构造、节点处理等。

装饰工程施工前，策划图样新颖、造型独特、美观大方并符合人们传统审美感的装饰方案，塑造亮点。装饰工程除主控及允许偏差项目控制高于国家标准外，还要求对称、对花、对线、不空鼓、不打磨、不用小于半砖（板）、套割严密、缝隙均匀、勾缝光滑平直等，对吊顶的灯具、烟感器、喷淋、风口等布局要求对称、居中、成排成线、协调等。

设备安装工程施工前，综合各种管道(线、槽)布置、走向，支架及吊杆等的安装位置，对照明灯具、风口、消防探头位置等进行综合考虑，对称设计，规律性安排。

针对复杂施工内容，采用 BIM 等先进数字技术进行虚拟建造，以减少专业冲突、优化施工流程、提高施工效率、节约人力和材料、降低建造成本。

2.9 科技创新及新技术推广应用策划

新技术应用应贯穿从设计到工程建设的全过程，提出量化的推广实施计划和具有一定含金量的奖项申报计划。将新技术应用纳入到施工图设计、设备技术协议、专业技术措施等相关技术文件中。编制工程项目新技术应用管理方案、组织各参建单位制定新技术应用清单，针对工程特点，优化施工工艺、开发工装，提高工效，做到本质安全。

2.9.1 节能低碳技术设计应用

依据《国家重点节能低碳技术推广目录》要求，设计院应按照国家有关节能的法规、标准对工程能源利用情况从科学性、合理性方面进行分析评估，并提出相关的评估结论和建议，使工程项目的能源利用符合我国用能标准和节能规范要求，达到提高能源利用效率的目的。评估的内容和范围包括：

1）项目与有关法律、法规、规划、行业准入条件、产业政策等的相符性。

2）项目与国家、地区和行业的节能设计及规范、标准的相符性。

3）项目建设方案的节能评估，包括项目选址、总平面布置，工艺流程、技术方案，主要用能工艺和工序，主要耗能设备，辅助生产和附属生产设施等。

4）节能措施的评估，包括节能管理，节能措施效果等。

5）项目能源利用状况核算。

6）项目能源消费及能效水平评估，包括项目对所在地能源消费增量的影响，项目对所在地完成节能目标的影响、项目能源供应情况评估、项目能效水平分析评估等。

例如：自然通风逆流湿式冷却塔风水匹配强化换热技术、冷却塔用离心式高效喷溅装置技术、新型节能导线应用技术、变频器调速节能技术、可控自动调容调压配电变压器技术。

施工过程中积极采用国家推广的重点节能低碳技术，以提升功效。施工过程节能低碳技术应用参见 2.12.5 节能与能源利用。

2.9.2 “建筑业十新”技术应用

在本工程积极采用建设部推广应用的建筑业 10 项新技术（10 个大项 107 个分项）。包括地基基础和地下空间工程技术、钢筋与混凝土技术、模板脚手架技术、装配式混凝土结构技术、钢结构技术、机电安装工程技术、绿色施工技术、防水技术与围护结构节能、抗震、加固与监测技术、信息化技术，纳入设计技术文件中，进行推广应用。

2.9.3 核电“五新”技术应用

结合核能行业协会评选的核电五新技术清单目录和《核电工程工效提升推广目录》，在本工程积极推行新技术、新工艺、新流程、新装备、新材料等五方面的应用。加强设计质量风险识别，加强设计审查（含设计评审）、替代计算、鉴定试验等方式的设计验证活动。

例如：SC 结构钢筋锚固技术、三代核电锻造主管道关键 制造技术开发及应用、核设施对接焊缝冷阴极 X 射线数字射线检测技术、4D 动态仿真模拟技术、核岛反应堆厂房钢衬里底板和截锥体薄壁钢板结构整体模块化施工技术、浅海围堰柔性地连墙截渗施工技术等。

2.9.4 绿色技术应用

鼓励绿色技术发展。结合工程特点，在总结传统绿色施工技术工艺的基础上，开拓创新，不断探索新的绿色施工技术措施，在保证核电工程质量标准的前提下，进一步节省材料与能源，推动核电工程绿色施工发展。例如：混凝土双掺（粉煤灰、矿粉）技术、高寒地区冬期施工综合技术、汽

机基座基础一次性整浇施工技术、自密实混凝土研制与应用、汽机台板型钢支撑架技术等。

2.9.5 自主创新技术应用

科技创新：积极采用新技术、新工艺、新材料、新设备、新装置，并在关键技术和工艺上有所创新的技术，即自主创新技术。

科技成果：包括标准规范、工法、专利（发明专利、实用新型专利）、论文、科技进步奖、软件著作权、科技示范工程、新技术应用示范工程等。

设计方积极推进自主创新技术在设计活动中的应用，主要包括：

1）国内首创或行业首创（应有查新报告）；

2）设计关键技术（应有省部级及以上有关技术委员会出具关键技术评审报告或相关证明）。

设计自主创新技术需进行方案论证（包括安全论证），编制论证报告，若与核与辐射安全有关，则须通过核安全管理部门的评审。

自主创新技术应用前应征求下游部门意见并分析落实，重点关注设备制造可行性、施工可行性、调试可操作性；完成以上步骤且方案通过设计评审后落实到施工图文件中；现场实施前，设计部门应对下游部门进行充分的技术交底。需关注，在自主创新技术实施过程中应建立成本的概念，在保证电厂安全性的前提下充分考虑经济性；采用突破国家技术标准的新技术、新材料，须按照规定通过技术审定、鉴定，并通过政府主管部门批准。

案例-自主创新技术：

核电厂抗飞机撞击研究、二代加核电厂主冷却剂泵电动机、大型先进压水堆压力容器设备制造技术、核电厂事故后中长期排热冷却水系统调试方法、复杂环境下结构物在线修复技术。

案例-新技术推广应用清单：

本工程推广应用新技术项目清单			
序号	项目名称	应用部位	形成成果
一	“国家重点节能低碳技术推广目录应用项目（序号为原序号）		
1	（8）变频器调速节能应用	泵房	
2	（117）无动力防卡筛及配套骨料前端砂石同产工艺技术	砂石场搅拌站	
二	“建筑业 10 项新技术应用项目（序号为原子项编号）		
1	2.8 高强钢筋直螺纹连接技术	核岛厂房	
2	5.8 钢与混凝土组合结构应用技术	本工程范围	
3	9.7 大型复杂结构施工安全性监测技术	模块及钢构件吊装	
三	“核电五新”应用项目（序号为原子项编号）		
1	核电五新第一批新技术 1“暖核一号”核能供热工程	工程现场	
2	核电五新第一批新技术 24 大体积混凝土温度应力有限元分析及温度裂缝控制技术	工程现场	
四	绿色技术设计应用		
1	建筑垃圾减量化与资源化利用技术	钢筋、钢结构、模板、二次结构	
2	施工扬尘控制技术	施工现场	
3	施工现场太阳能、空气能利用技术	生活营地太阳能生活用水供应	

五	其他自主创新及研发项目		
1	模块化施工关键技术	工程现场	具有其他第三方科技查新报告
2	三维模拟技术应用于核岛主设备安装的工艺	工程现场	
3	核电百万机组相控阵超声检测的应用创新	工程现场	

2.10 技术管理策划

2.10.1 方案编制计划

结合项目实际情况，列出方案编制计划，明确编制人及编制时间节点。在编制过程中严格区分施工组织设计、单项施工方案和技术交底界限，使三级技术文件更有针对性、指导性和可操作性。专项施工方案编制计划应在施工过程中不断更新。

2.10.2 检验试验策划

2.10.2.1 试验委托

对涉及结构安全项目的抽样检测和对进入施工现场的建筑材料、构配件的见证取样检测，应由建设单位委托，委托方与被委托方签订书面合同。

2.10.2.2 见证取样

见证人员应由建设单位或监理单位具备建筑施工试验知识的专业技术人员担任，并应由建设单位或监理单位书面通知施工单位、检测单位和质量监督机构。见证取样应在建设单位或者监理单位的监督下现场取样。取样人员应在试样或其包装上作出标识、封志，并由见证人员和取样人员签字。见证人员应制作见证记录，并将见证记录归入施工技术档案。见证人员和取样人员应对试样的代表性和真实性负责。送检时，应由送检单位填写委托单，委托单应有见证人员和送检人员签字。检测单位应检查委托单及试样上的标识和封志，确认无误后方可进行检测。

2.10.2.3 见证取样和送检的项目

2.10.2.3.1 用于承重结构的混凝土试块；

2.10.2.3.2 用于承重墙体的砌筑砂浆试块；

2.10.2.3.3 用于承重结构的钢筋及连接接头试件；

2.10.2.3.4 用于承重墙的砖和混凝土小型砌块；

2.10.2.3.5 用于拌制混凝土和砌筑砂浆的水泥；

2.10.2.3.6 用于承重结构的混凝土中使用的掺加剂；

2.10.2.3.7 地下、屋面、厕浴间使用的防水材料；

2.10.2.3.8 国家规定必须实行见证取样和送检的其它试块、试件和材料。

2.10.2.4 工程实体质量和使用功能的检测项目

（1）地基基础工程检测

1）地基及复合地基承载力静载检测；

2）桩的承载力检测；

3）桩身完整性检测；

4）锚杆锁定力检测；

5）锚杆、土钉拉拔力检测；

6）地基系数。

（2）混凝土结构工程实体检测

1）结构实体混凝土强度检测；

2）结构实体钢筋保护层厚度检测；

3）预制构件结构性能检测；

4）后置埋件的力学性能。

（3）钢结构实体检测

1）钢结构网架变形及节点承载力；

2）钢结构焊接质量无损检测；

3）钢结构防腐及防火涂装检测。

（4）建筑节能工程现场检测

1）外墙节能构造实体检测、保温板与基层墙体拉伸粘结强度，后置锚固件锚固力现场拉拔检测；

2）建筑外窗气密性、水密性实体检测；

3）采暖、通风与空调、配电与照明系统节能性能检测。

（5）室内环境监测

1）土壤中氡浓度；

2）室内环境污染物（氡、甲醛、氨、苯、TVOC）；

3）室内新风量

4）分户墙空气隔声、分户楼板撞击声隔声。

2.10.3 技术资料策划

2.10.3.1 工程施工技术资料的基本要求

工程技术资料应具有完整性、准确性、真实性、有效性及可追溯性。即：资料内容齐全完整、真实有效、具有可追溯性。

2.10.3.2 施工过程工程技术资料的收集和整理

工程技术资料作为施工过程的真实记录和重新再现，其形成涉及到多个部门和专业，要求项目要配置专职档案员（或资料员），负责工程技术资料的收集、整理工作，界面分工明确，责任落实到位。相关人员要经过统一培训合格、交底，任务划分清楚，工作目标明确，工作流程清晰。因此工程资料应齐全完整、编目清楚、内容详实、数据准确，各项试验、检测报告完全合格，隐蔽工程验收签证齐全等。

将记录和文档管理活动纳入项目质保体系，在工程开工前要明确文件资料编制标准和依据（国家标准、行业标准、企业标准），以保证上下游参建单位资料形成的统一性、系统性；资料多级目录（总目录、分卷目录、子目录）清楚，便于检查和查找；资料内容齐全、真实、可靠、及时，填写规范，签名盖章完整；资料纸张规格统一，装订整齐，封面美观，有统一的资料盒。积极推广数字化移交和档案管理信息化，做好电子档案的远程备份。

档案工作组要定期组织专项检查和召开专题会，对各参建单位产生的各类施工及质量记录开展监督检查，检查内容涉及记录填写的规范性、有效性、逻辑性、与工程实体的同步性等。对发现的问题，及时提出整改要求，跟踪落实整改情况，为记录的形成、保管及竣工文件的质量设置有效的质量保证。

2.10.3.3 工程竣工验收

目前国家层面对于核电工程整体竣工验收无明确法律法规要求。由各核电集团自行制定验收程序。建设单位组织完成各单项验收（环保、水土保持、职业安全、职业卫生、消防、档案、竣工决算审计），组织完成工程竣工验收报告编制后向集团公司上报竣工验收申请。集团公司组建竣工验收委员、聘请验收专家，验收专家组检查全部单项验收的情况，以及核电厂的生产运行和经营管理情况，并做出最终评价。竣工验收委员会听取专家组的评价意见后，由竣工验收委员会主任组织讨论和决议，通过竣工验收报告并颁发最终竣工验收证书。

项目整体竣工验收前需完成下列单项验收：

1）环保验收

依据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第四条，建设单位组织编制环境保护验收监测报告，并组织验收工作组开展验收工作。验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位登录建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息，环境保护主管部门对上述信息予以公开。由国家环保部门对配套建设的环境保护设施、对工程生产运营后所产生的污染源（废气、废水、噪音等）是否采取治理措施，是否满足工程立项时对环境造成污染的评估要求的验收。

2）水土保持验收

依据《中华人民共和国水土保持法》第二十七条，生产建设单位按照有关要求自主开展水土保持设施验收。

自行组织召开验收会议，自评是否合格。向税行政主管部门报备验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。水行政主管部门接受验收材料报备后，组织进行自验核查，通过核查后视为通过水土保持设施专项验收。

3）消防专项验收

依据《核电厂消防安全监督管理暂行规定》（国能核电〔2015〕415 号）、《国家能源局关于进一步规范核电厂消防设计和验收审批有关工作的通知》（国能发核电〔2019〕84 号），核电厂控股企业集团在核电项目最后一台机组具备商运条件后 3 个月内，向国家能源局申请消防验收，同时提交专业机构出具的消防评审报告和国家核安全局在核电厂装料前对消防相关系统的审查意见。

国家能源局受理申请后，组织召开核电厂消防专家委员会会议，听取有关申请单位和专业机构的汇报，开展质询评议，形成专家委员会会议纪要，按程序作出行政许可批复。

4）职业安全专项验收

依据《中华人民共和国安全生产法(2014 修正)》（国家主席令第 13 号）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法(2015 修正)》（安监总局令第 77 号），建设项目竣工投入生产或者使用前，生产经营单位组织对安全设施进行竣工验收，并形成书面报告备查。

5）职业卫生专项验收

依据《中华人民共和国职业病防治法》（国家主席令第 24 号）、《建设项目职业病防护设施“三同时”监督管理办法》（安监总局令第 90 号），建设项目在竣工验收前或者试运行期间，建设单位组织编制职业病危害控制效果评价报告，在职业病防护设施验收前编制验收方案并向监督管理部门进行书面报告，建设单位组织报告评审和验收并形成评审及验收意见，建设单位按照评审及验收意见修改完善职业病危害控制效果评价报告和职业病防护设施，形成工作过程报告向监督管理部门提交书面报告。

6）档案验收

依据《建设项目档案管理规范》（DA/T 28-2018）、《核电文件档案管理要求》(EJ/Tl225-2008)等标准规范，项目建设单位（法人）应向项目档案验收组织单位报送档案验收申请报告，并填报《重大建设项目档案验收申请表》。档案验收组织单位对工程资料是否齐全、是否符合档案管理要求的验收。

7）竣工决算报告

依据相关法律法规，工程竣工后，由建设单位组织编写《××××工程竣工决算报告》。根据公司治理授权规定，竣工决算报告由建设单位董事会审批。

8）竣工决算审计（核）报告

工程竣工后，由建设单位委托第三方会计师事务所对《××××工程竣工财务决算报告》开展审计，待竣工财务决算报告内容获得建设单位的上级单位认可后，由会计事务所出具《××××工程竣工财务决算审核报告》。

根据建设单位治理授权，竣工决算审核报告由建设单位董事会审批。

2.10.3.4 工程建设的合法性

包括建设前期手续情况和竣工验收情况。工程创优必需合法合规性文件清单参考如下：

序号	名称	审批、许可机构/验收机构
1	项目核准文件	XX
2	建设工程规划许可证	XX
3	建造许可证	XX
4	建设项目用地规划许可证	XX
5	海域使用证	XX
6	环境影响报告书的批复	XX
7	土地使用证	XX
8	设计和建造阶段的质量保证大纲的批复	XX
9	运行许可证	XX
10	运行阶段质量保证大纲的批复	XX
11	消防专项验收	XX
12	职业安全专项验收	XX
13	职业卫生专项验收	XX
14	环保专项验收	XX
15	水土保持专项验收	XX
16	档案专项验收	XX
17	竣工决算报告	XX
18	竣工结算审计报告	XX
19	竣工验收报告	XX

案例：

1.资料管理目标

工程建设资料管理，推行标准化、规范化，确保资料具有真实性、可追索性，方便检索，实现工程建设资料管理符合创“国家优质工程奖”的要求。

1.1 工程资料的形成由总工程师负责按照专业划分人员并明确分工及工作质量。严格工程资料

全过程管理，确保前期策划、质量策划、施工组织、施工方案、目标指标、技术交底、施工日志、工程资料数据呼应,逻辑正确，闭合成环；

1.2 资料员必须在施工过程中，及时、完整、真实、准确地填写工程资料，并履行相关审签手续，保证数据真实、有效并满足设计及规范要求，使工程资料完整，具有可追溯性，确保真实可靠；

1.3 将现场复查的合规性原件建立台账，写明存放地、保存人、联系方式等信息，方便复查时借调原件。

2.资料收集与整理

2.1 工程资料的收集、整理必须达到：齐全完整、编目清楚、内容详实、数据准确，各项试验、检测报告完全合格，隐蔽工程验收签证齐全等；

2.2 收集整理后的资料必须满足以下要求：工程开工前要明确资料编制标准和依据（地方标准、企业标准、国家标准），保证资料形成的统一性、系统性；资料多级目录（总目录、分卷目录、子目录）清楚，便于检查和查找；资料内容齐全、真实、可靠、及时，填写规范，签名盖章完整；资料纸张规格统一，装订整齐、封面规矩美观，有统一的资料盒；

2.3 工程各阶段资料收集明细表

时间阶段	资料类型	资料内容及名称	责任人
施工准备阶段	建设单位资料	1）工程建设立项审批、核准或备案文件；2）固定资产投资项目节能审查意见或登记备案文件；3）建设用地批准书或土地使用证；4）建设用地规划许可证；5）建设工程规划许可证；6）消防设计文件审核意见书或备案文件；7）环境影响报告书或环境影响报告表或环境影响登记表；8）防雷装置设计审核意见书；9）施工图设计文件审查合格书；10）勘察、设计、施工、监理中标通知书；11）勘察、设计、施工、监理合同；12）质量、安全监督注册表；13）建筑工程施工许可证或开工报告；14）法律、法规、规章规定办理的其他建设程序文件；15）工程建设前期法定基建程序文件核查表；16）主申报单位资质证书；17）工程可评（研）报告或项目建议书（如获奖附证书）。	XXX
	监理单位资料	1）法定代表人授权书；2）工程质量终身责任承诺书；3）总监理工程师任命书；4）项目监理机构印章使用授权书；5）项目监理机构驻场监理人员、人员调整通知书；6）监理规划；7）监理实施细则；8）工程开工令。	XXX
施工实施阶段	监理单位类资料	1）监理通知单；2）工程质量问题报告；3）工程暂停令；4）旁站记录；5）平行检查记录；6）巡视记录；7）巡查整改通知书；8）巡查整改通知回复书；9）工程复工令；10）会议纪要；11）监理月报；12）监理工作总结；13）工程质量评估报告；14）监理通知回复单；15）监理工作联系单；16）工程质量监督单位的工程质量评定文件。	XXX
	施工资料	1）产品、原材料质量保证书的技术数据；2）各项材料试验资料；3）设备安装的主要材料和设备有质保书和复试报告；4）施工记录、图纸变更记录、工程洽商记录、设备安装记录、预检记录、隐蔽工程检查记录、施工试验记录；5）项目副经理和各专业技术人员、工程部每日记载施工日志；6）质量计划、检验批验收记录、分项工程验收记录、	XXX

时间阶段	资料类型	资料内容及名称	责任人
		分部（子分部）验收记录、单位（子单位）验收记录；7）竣工图；8）桩基检测报告、沉降观测报告；9）大跨境钢结构挠度计算与监测报告；10）抗风揭试验报告等。	
施工验收阶段	建设单位资料	1）工程专项竣工验收文件（规划、节能、环保、水土保持、消防、安全、职业卫生、档案等）；2）工程竣工验收及备案文件；3）工程竣工决算书或审计报告；4）无安全质量事故、无拖欠农民工工资证明文件；5）省（部）级优质工程奖证书；6）省（部）级优秀设计奖证书；7）科技进步证明（科技进步奖、新技术应用示范工程、专利、行业新技术应用明细情况等）；8）主申报单位与建设单位签订的承包合同；9）其他说明工程质量的材料（省部级 QC 活动成果、绿色示范工程证明等）。	XXX

2.4 所有的资料表格全部按统一样式输入电脑存盘，管理人员在做资料时直接在电脑上将书写，签字、盖章部位空出，统一用 A4 纸打出，交有关部门签字盖章后交资料员整理，重要的资料扫描统一存档；

2.5 为提高工程资料的及时及完整性，通过互联网+技术，采用 app 软件运用到工程实际中，对资料进行传输和存档，提高工作效率；

2.6 全部资料分为五类进行汇编、装订成册；

1）一类资料是公用资料，其中包括、设计交底、图纸会审，施工组织设计、专业施工方案审批文件，技术（质量、安全）交底，开工（停工、复工、交工）报告，竣工报告，材质证明书，竣工验收证明书，施工日记等等；

2）二类资料是施工过程中形成的资料。其中包括：材料联合验收单，设计变更单，委托书，施工记录，检验、试验、检测报告，隐蔽工程验收记录，中间交接、验收记录，重大事故调查处理报告等；

3）三类资料是质量验收资料。具体有：检验批质量验收记录、分项工程质量验收记录、分部（子分部）工程质量验收记录、单位（子单位）工程质量验收记录、单位（子单位）工程质量控制资料核查记录、单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录、单位（子单位）工程观感质量检查记录；

4）四类资料是管理资料。如：安全管理资料和质量管理资料；

5）五类资料是竣工图。图纸齐全，且盖有竣工图章。

上述资料装订时，每册按 200 页装订。按专业的施工顺序装订，专业与专业之间用印有该专业的标题色纸隔开。有页码和总目录，每册还应有分目录。

3.资料控制重点

3.1 变更洽商的控制

1）为减少重大变更数量，在施工过程中，实行图纸疑问草签制度，过程中形成草签单，每季度定期将草签问题进行汇总形成图纸会审记录，并经各方签字确认；

2）与建设单位及设计单位沟通，确定竣工前重新出具最终版蓝图，并将现有蓝图进行替换；

3）工程技术洽商的内容应具体准确。对于原设计的变更处，均应详细标明相关图纸的页号、轴线位置和修改内容；

4）设计变更洽商由技术人员办理，水电、设备安装等专业的洽商由相应专业工程师负责办理。工程分承包方的有关设计变更洽商记录，应经工程总承包单位确认后方可办理；

5）工程洽商内容若涉及其他专业、部门及分承包方，应争得有关专业、部门、分承包方同意后，方可办理；

6）洽商应有建设单位、监理单位、设计单位、施工单位项目负责人或其委托人共同签认后生效。单纯性经济洽商，可不用设计单位签字；

7）凡需设计变更的项目，应在收到有效的设计变更通知或办理工程洽商后，再进行施工；

8）施工单位在签收或签认设计单位签发的设计变更通知书或设计变更图纸时，如对施工进度和施工准备情况产生影响，应及时向建设单位（或总承包单位）说明情况，并办理经济洽商；

9）施工过程中增发、续发、更换施工图时，应同时签办洽商记录，确定新发图纸的起用日期、应用范围及与原图的关系;如有已按 原图施工的情况，要说明处置意见；

10）建立变更洽商收发台账，详细记录变更洽商收发日期、变更 时间部位、签收人员等信息。

3.2 图纸的管理控制

1）项目经理部资料管理人员按合同规定从总承包单位（或建设单位）领取图纸后，应做好台帐，并发送给项目经理部经营预算、技术、工程、水电安装等相关人员，并做好发放记录”；

2）领取图纸后，应由项目技术负责人组织技术、生产、预算、测量、翻样及分包方等有关部门和人员对图纸进行审查；

3）图纸审查应形成记录，由施工单位将参加图纸审查的各部门和人员所提出的问题按专业整理、汇总后，报总承包（或建设单位），由总承包（或建设单位）提交给设计人员做设计交底准备；

4）图纸会审由总承包单位（或现场设计人员）组织设计人员对建设单位、监理和施工单位技术负责人及有关人员参加。施工单位负责将设计交底内容按专业汇总、整理，形成图纸会审记录；

5）图纸会审记录应由建设、设计、监理和施工单位的相关负责人签认，形成正式图纸会审记录。不得擅自在会审记录上涂改或变更其内容；

6）为避免发生工程后期找不到施工图纸的情况，项目经理部资料员处应始终保存一套完整施工图纸，施工图纸应单独存放，借阅应进行登记，用完技术放回原处，项目经理部资料员对其完成性负责。

3.3 隐蔽工程资料的控制

1）隐蔽工程资料由项目专职资料员进行统一编制、上报、整理；

2）项目部质检工程师负责建立隐蔽工程检查台账，现场施工员负责收集影像资料，负责原始记录的填写；

3）隐蔽工程验收前，由施工单位质检员向总承包和监理进行报验，并将自检资料、原材质量证明资料、试验报告等报送监理；

4）隐蔽工程隐蔽前由项目部摄影人员留存隐蔽部位影像资料，留存相应照片及短视频。

2.11 工程实体质量策划

2.11.1 检测、试验、测量设备策划

2.11.1.1 检测、试验设备环境条件、试验设备、检测人员技术素质、检测过程中的质量应受控。

2.11.1.2 测量设备

测量设备的管理、测量设备的使用、测量设备的维护、测量设备的修理、测量设备的校验。

2.11.2 土建专业工艺质量标准及亮点工程策划

2.11.2.1 土建专业工艺质量标准

序号	检查项目	工艺质量及观感质量标准
1	地基与基础	基础相对沉降量、累计沉降量应符合设计要求
		地下工程防水应经检验和试验无渗漏，符合设计要求
2	主体结构	通用部分
		测量控制点和沉降观测点设置符合设计要求，装置材质正确、标识规范，防护完好；
		建（构）筑物轴线、全高尺寸、垂直度及标高偏差符合设计要求；
		钢结构安装节点符合设计要求，紧固螺栓穿向正确，出扣长度符合设计规定；焊缝饱满、无缺陷，焊缝高度符合设计要求；
		次钢结构平台踢脚板，栏杆高度和横、立杆间距、直爬梯踏棍及护笼制作安装应符合设计要求；
		钢结构工程防腐、防火符合设计要求；
		结构应安全、可靠、耐久，内坚外美；无影响结构安全和使用功能的裂缝。
		无片面追求观感质量，违反质量与工艺标准；无大面积返修，无擅自增加工序遮掩瑕疵。
		主体混凝土应无影响结构安全的裂缝；无影响使用功能或耐久性的缺陷。
		清水混凝土结构平整、棱角顺直、无明显色差，无污染；混凝土结构工程无露筋，对拉螺栓（片）处理、风度及防腐符合相关规范要求。
2	主体结构	安全壳结构曲线顺滑、流畅，模板拼缝均匀；
		预埋件（如预埋螺栓、螺栓孔、预埋板、预埋管等）的中心位置、标高符合设计要求；
		钢衬里（包括穹顶）；密封性能、整体尺寸偏差符合设计要求；
		人员闸门、设备闸门密封性能良好，满足泄漏率要求；机械传动设备与控制系统运行良好；
		1）不锈钢水池：泄漏率满足设计要求；无锈蚀区域；2）不锈钢水闸门：水闸门制作与安装中成品保护措施得当，制造、运输和安装各个环节变形控制措施有效，保证其启闭和挡水功能实现；无锈蚀区域；3）不锈钢其它构件：符合设计功能；无锈蚀区域；
		砌体结构轴线位置、垂直度、平整度符合设计要求。
		常规岛土建工程
		汽机基础的轴线、标高、尺寸偏差需要符合设计要求；
		压型钢板表面应干净，安装时应平整、顺直，板面不应有施工残留物和污物，檐口和墙下端应呈直线，不应有未经处理的错钻孔洞；
		有精度要求埋件（如汽机基础上锚固板、直埋螺栓套筒）的中心位置、标高符合设计要求；
		混凝土路面、室外场坪平整密实、无缺损、裂缝、脱皮、起砂、积水、下沉、污染，接缝平直，胀缝和缩缝位置、宽度、深度、填缝应符合设计要求；沥青路面面层平整、坚实，接茬紧密、平顺，烫缝不枯焦，路面无积水，路缘石稳固无破损。
3	建筑装修装饰	涉水房间地面坡度、坡向正确、无积水，地漏无返臭；
		地砖与墙砖粘贴牢固、无空鼓、坡向与坡度正确、面层平整、灰缝均匀、顺直；

序号	检查项目	工艺质量及观感质量标准
		抹灰表面光滑洁净，接槎平整，线角清晰顺直；
		堵洞外观应饱满平整、连接紧密、无撕裂与裂纹；
		嵌缝外观应齐整、无撕裂、无裂缝或漏填填料、无脱落、无塌陷；
		各类特种门窗（气密门、防火门、生物屏蔽门、隔声/隔热门、抗飞射物门、钢结构大门、锁及附件、窗户/天窗等）按设计要求设计、制造与安装，满足设计要求。
		吊顶构造正确、安装牢固、饰面表面洁净、色泽一致，平整，压条平直，无翘曲、宽窄一致。
		涂料涂饰均匀、色泽一致、粘结牢固，无漏涂、透底、起皮、流坠、裂缝、掉粉、返锈、污染。
		主控制室区域装修的质量要求：1）地面、墙面、吊顶：构造正确、安装牢固、饰面表面洁净、色泽一致，平整，无翘曲；2）隔音降噪：符合设计要求；3）空气质量：符合设计要求。
		幕墙表面应平整、洁净；整幅玻璃的色泽应均匀一致，不得有污染和镀膜损坏；结构胶和密封胶的打注应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求。
4	建筑屋面	屋面防水制作规范、无积水；
		排气管、雨落管安装规范；
		女儿墙高度符合规范规定；
		屋面、墙面无渗漏及渗漏痕迹；
		生活洁具下水管在同一楼层设“S”弯，接头密封良好；
		核岛土建工程中EAU仪表安装符合设计要求。
5	室外工程	沟道顺直、平整，排水坡度、坡向正确，无渗漏、积水、杂物，伸缩缝处理符合设计要求，沟盖板铺设平稳、顺直、缝隙一致，无破损、裂纹等缺陷；
		围墙无裂缝、泛碱，滴水线施工规范，变形缝、抹灰分格缝合理，挡土墙泄水孔位置符合设计要求；
		建筑场地不受洪水及内涝威胁，排水坡度、坡向正确，雨水口、检查井设置合理，施工规范；
		厂区植被恢复良好，实施效果符合水土保持方案。

2.11.2.2 工艺样板及亮点工程策划

核电工程土建工程施工应提前开展工艺样板及亮点工程策划。其中样板工艺作为亮点工程实施的基础措施，施工工艺样板制作前应编制策划文件，宜按照分部分项工程进行划分，形成样板计划清单，确定施工工艺标准。工艺样板应选择工程典型施工工艺进行展示，重点策划工程项目特殊工艺和隐蔽工程的工序，宜根据工程实际制作实物样板，配上反映相应工序的图片、文字说明等内容，展示工艺参数和工艺标准，可以利用专用场地作为集中展示区，展示区应在施工总平面图中进行规划；也可以在工程实体上的具体部位实施，作为工程实体的一部分。工艺样板可用于技术交底和岗前培训使用，也可作为质量检查和验收参照物。

基于工艺样板的策划，开展核电工程亮点工程策划。核电工程土建工程亮点工程包括但不限于：筏基混凝土工程、安全壳混凝土工程、钢衬里结构、核电站主控室装修工程、核岛部分不锈钢水池、汽机厂房清水混凝土框架柱、以汽轮发电机基础框架结构为典型的钢筋混凝土设备基础、主变防火

墙、汽机厂房钢结构、厂区屋面工程、厂房变形缝、厂房内部吊顶工程、厂内钢筋混凝土沟道及盖板、厂内不同厂房的各类型地面工艺、散水、沉降观测点。

工艺样板实施规划参考案例见下表：

分部工程	分项工程	工艺样板实施节点	工艺样板实施要点
地基与基础	防水细部构造	止水钢板安装、橡胶止水带安装、施工缝处理等工艺	细部构造所用止水带、止水条和接缝密封材料符合设计要求。
	后浇带施工	接缝剔凿、清理、钢筋保护、侧面封堵、底部支撑	变形缝、施工缝、后浇带、穿墙管道、埋设件等细部构造做法符合设计要求，没有渗漏。
	沉降观测点	沉降观测点材质、沉降观测点埋设位置	1）沉降观测点材质为不锈钢，有保护装置； 2）沉降观测点埋设位置是能反映建筑沉降变形的关键位置。
主体结构	模板工程	墙、柱、楼梯、构造柱模板支设工艺、预埋管处理和预留孔洞，劲钢混凝土模板	1）支撑体系与施工方案模板设计相符； 2）模板表面整洁、隔离剂涂刷均匀，对钢筋和混凝土接茬无污染； 3）预留孔洞预埋件位置准确； 4）模板拼接严密，表面平整，棱角顺直，阴阳角方正，起拱正确。
	钢筋工程	梁、板、墙、柱、梁柱节点的钢筋绑扎及质量控制措施。	1）钢筋材料、加工质量符合设计要求，表面清洁； 2）钢筋的品种、规格、形状、尺寸、位置、数量、间距应符合设计要求； 3）钢筋接头的位置及搭接长度、接头百分率符合设计要求； 4）钢筋应绑扎牢固，无松动变形。
	混凝土工程	梁、板、柱、楼梯、构造柱成型质量	1）混凝土强度符合设计要求； 2）混凝土构造尺寸误差符合设计要求； 3）混凝土外观质量没有缺陷； 4）预埋件、预留孔洞位置偏差符合设计要求。
主体结构	钢结构工程	劲钢柱钢筋节点，焊缝处理、焊接工艺、螺栓施工及防腐涂层	1）螺栓紧固应牢固、可靠； 2）焊缝内部缺陷符合设计要求； 3）焊缝感观应外形均匀、成型较好； 4）涂料涂层道数和厚度符合设计要求； 5）涂层应均匀，表面没有误涂、漏涂，涂层没有脱皮和返锈等。
	砌体工程	砌体、圈梁（腰梁）设置、构造柱（马牙槎）、止水坎、砌体顶部塞砖方法、砌体与混凝土结构之间处理方法（拉筋留置、预留缝设置等）	1）砌体构造柱、圈梁的位置、数量符合设计要求； 2）砌块错缝搭接； 3）墙体灰缝饱满，竖缝填满砂浆，没有透明缝、瞎缝、假缝；

分部工程	分项工程	工艺样板实施节点	工艺样板实施要点
			4）顶部与梁（板）的接缝紧密，无松动； 5）构造柱、圈梁混凝土表面质量符合混凝土验收规范要求； 6）砌体墙面尺寸误差符合要求，表观质量良好整洁。
建筑装饰装修工程	外墙	外墙保温，外墙饰面砖，外墙涂料，止水螺杆封堵等工艺	1）外墙保温性能符合设计、标准要求； 2）保温板材与基层及各构造层之间的粘结或连接牢固； 3）保温及昂料厚度应均匀、接茬应平顺密实； 4）外墙涂料颜色统一、疏密均匀。
建筑装饰装修工程	内墙	内墙抹灰工艺，基层处理、不同界面接缝处理、打底灰、面层粉刷压光	1）内墙抹灰均匀； 2）装饰抹灰分格条（缝）的设置应符合设计要求，宽度和深度应均匀表面应平整光滑棱角应整齐。
	门窗工程	门窗安装预留洞口	1）门窗材料符合设计要求和质量标准； 2）门窗安装、预留洞口位置准确； 3）门窗安装工艺符合规范和设计要去，安装牢固，表面清洁，没有损坏。
	建筑地面	水泥砂浆地面、块料地面施工工艺，基层处理、找平找坡、分隔缝设置、表面压光	建筑地面所用材料符合设计要求和质量标准。已不同地面材料做成不同的样板。
	细部工程	窗台压顶，门窗防水，厨房、卫生间防水，阴阳角的处理及其他细部，门窗框与墙体之间缝隙处理、缝隙密封、滴水线	细部处理符合标准图集的要求。
屋面工程	饰面板	面板勾缝、阴阳角、面砖与涂料界面处理	饰面板排板及细部处理美观。
	屋面工程	屋面施工工艺，屋面防水	符合设计及材料厂家技术指导书的要求。屋面构造分层正确，厚度准确。

案例：

亮点工程：安全壳混凝土结构

一.施工工艺控制要点

安全壳筒身一般为钢筋混凝土筒壳结构，安全壳穹顶一般为钢筋混凝土壳体结构。安全壳混凝土结构内部预埋大量预应力管道、仪表等物项。安全壳混凝土结构施工工艺要保证混凝土结构内实外光、表面平整、曲线顺滑、棱角分明，预埋物项安装正确、牢固可靠。各工序质量控制标准按照参照规范、标准中相同质量控制项的最高标准进行控制。其施工工艺要求如下：

1.1 安全壳结构模板施工工艺

（1）根据结构样式设计模板体系，宜采用定型爬升模板。排版重点关注闸门突出部位、贯穿件、预应力构件部位。

（2）选择木模板体系时，面板应采用高强度优质覆面胶合板。

（3）模板弧度控制宜使用测量仪器结合样板进行检查。

（4）模板方案宜细化每块模板、爬升锥体、对拉螺杆的位置，避开预应力管道、贯穿件等预埋物项。

（5）模板底部应和混凝土面压紧，模板之间拼缝使用销钉等方式连接加固。

（6）穹顶宜采用弧形定型模板，现场安装时使用样板来定位及控制弧度。

（7）模板安装时，结构厚度应按照正偏差控制，宜为 0～10mm。

（8）EAU 仪表等重要预埋物项，应在模板安装前设置钢筋笼等保护措施，并做好标记。模板加固措施不得损伤 EAU 仪表、钢衬里、贯穿件、预应力管道等。

（9）模板提升时，混凝土强度应达到模板提升设计受力要求,宜为 15Mpa 以上。

1.2 安全壳结构钢筋施工工艺

（1）根据设计要求，规划好安全壳每层钢筋和预应力管道的安装顺序，避免位置冲突。

（2）构造复杂部位的钢筋宜采用软件进行三维放样。

（3）弧形钢筋半径在加工阶段应进行放样检查。

（4）钢筋保护层垫块宜采用和混凝土同强度砂浆制作，或者成品垫块。

（5）截断钢筋后应按照设计和规范要求增补附加钢筋。

1.3 预应力管道预埋工艺

（1）结构复杂部位(闸门、穹顶等)预应力管道宜采用三维放样，进行碰撞检查。

（2）竖向预应力管道宜采用 U 型钢筋等辅助设施定位、固定，管道端口应采取防异物措施。

（3）预应力管道定位参考点为安全壳内壁的实际位置。

（4）竖向导管接头距离施工缝不小于 500mm，不满足时接头采用焊接。

（5）竖向导管或其它导管的竖向段设置不少于 4 根沿安全壳圆周均匀分布的精确定位的导管作为参考管进行基准定位，其它导管以此为准进行定位。

（6）竖向管道自钢衬里测量径向的允许误差±15mm，基准线切向允许误差±5mm，相邻两管距离的允许误差±25mm，部分堆型要求定位参考管控制误差为±10mm，其他管道误差为±20mm。。

（7)水平管道以内侧钢衬里实际位置为基准进行控制。自钢衬里测量径向的允许误差±15mm，竖向允许误差±25mm，任何一层的相邻两根水平管道的轴心位置允许误差小于 50mm，部分堆型要求水平管道定位允许误差为±20mm。

（8）水平管道向下弯曲高差超过 1.2m 时，在最低点设置一排气孔，从排气孔处灌浆。

（9）水平管道向上弯曲高差超过 1.2m 时，在最高点两侧 3～5m 范围内设置一个排气孔。

（10）穹顶管道根据安全壳中心，放出穹顶管道直线段与曲线段相连接处的圆周线。间距允许误差为±30mm，层距允许误差±15mm。

（11）二次灌浆孔道：二次灌浆管道设在穹顶管道顶部两端。二次灌浆孔道接头与管道焊缝处用防水胶带缠绕 4-5 圈，保证其密封性。二次灌浆孔道垂直露出混凝土面 50mm 至 100mm，露出的端口处做成螺纹，并用管帽进行封闭。

1.4 预应力钢绞线张拉工艺

（1）预应力钢绞线应在穿入管道 30 天内张拉。

（2）预应力钢绞线张拉顺序应符合设计文件要求，宜为对称张拉。

（3）预应力钢束张拉宜采取措施使同一管道中各根钢绞线的受力均匀。如：穿束时增加回抽的操作、整体穿束、逐根预紧、等应力张拉等。

（4）水平钢束、竖向－穹顶组合钢束、竖向－穹顶－竖向组合钢束和穹顶钢束宜采用两端张拉；竖向钢束宜采用一端张拉，部分弯曲较大的钢束应在另一端进行补张拉，具体参照设计要求。

（5）张拉应采用分级张拉的方式，采取应力和伸长值双控的方法。张拉至95%张拉控制力时，进行伸长值的核算。

（6）伸长值应符合设计要求，无要求时实际伸长值与设计计算伸长的相对允许偏差为±6%，其合格束率应达到95%，且最大偏差不超过±10%。

（7）夹片内缩值应小于等于8mm，精确到1mm，部分堆型要求拉入值为6±2mm。

1.5 预应力管道灌浆工艺

（1）预应力钢绞线张拉完成后，15天内进行灌浆，否则应向管道内注入水溶性油，对钢束进行防腐保护，但不应超过一个月，部分堆型要求为：钢束灌浆必须在张拉后14天内进行，若时间超过7天，应向管道内注入水溶性油，对钢束进行防腐保护。

（2）灌浆前，须进行孔道密封性试验，检查孔道的密封性应满足灌浆要求。每次灌浆前，灌浆泵须进行空载试验，检查运行正常后方可进行灌浆作业。

（3）灌浆条件：安全壳混凝土温度为5～35℃，环境温度为0～35℃。当混凝土温度低于5℃时，或者环境温度低于0℃时，不得进行灌浆。当混凝土温度高于35℃或者环境温度高于35℃时，不得进行灌浆。

（4）设置专用的灌浆站，灌浆泵应采用液压无级变速灌浆泵，出浆口压力调节范围 0MPa～3.5MPa,最大流量不低于24000L/h,部分堆型要求水泥浆流速控制住12m/min左右。

（5）竖向管道灌浆应自下而上进行，并设置阀门，防止浆体回流。

（6）竖向管道灌浆压力应小于2MPa，水平和穹顶灌浆压力应小于1MPa。

（7）灌浆过程中进行钢衬里监测检查，如发现异常（压力上不去或钢衬里变形等），应立即停止灌浆，分析原因，采取措施后，方可继续灌浆。

（8）缓凝浆浆体流动度应为9～13秒，膨胀浆浆体流动度应为14～26秒。缓凝浆浆体温度不大于32℃，膨胀浆浆体温度不大于25℃。

（9）管道灌浆若超过灌浆控制时间，应停止灌浆作业，检查灌浆管道的密封性。

（10）灌浆过程中应连续测量灌浆数量，实际用量不应超过设计用量的20%。

（11）一般堆型首次灌浆和二次灌浆时间间隔应在 5～7 天之间。部分堆型要求水平钢束首次灌浆 4～7 天内（首次灌注水泥浆已硬化）进行二次灌浆；穹顶段顶部膨胀浆的灌浆应在穹顶部分的初次灌浆完成后一周再进行。

（12）二次灌浆：预应力孔道二次灌浆采用膨胀浆，为保证二次灌浆浆体不掺杂水、气、浆混合体，灌注时需加压 0.2 至 0.5Mpa 时持压几秒钟，停止泵浆，打开排出管，让其自由排出 1 至 2 分钟，然后再次泵浆，至少重复步骤两次，直到有匀质浆体流出。

1.6 安全壳结构混凝土外观工艺

（1）安全壳混凝土配合比宜进行专项设计。包括原材料选型（明确厂家、产地、型号）、配合比试验、泵送试验、模拟墙试验等。

（2）安全壳复杂结构部位，宜采用自密实混凝土。

（3）安全壳混凝土不宜进行冬期施工。

（4）针对闸门等结构复杂部位，使用三维放样分析，确定分段方案，并明确每条施工缝的位置、混凝土布料厚度及方向、振捣点布置等。

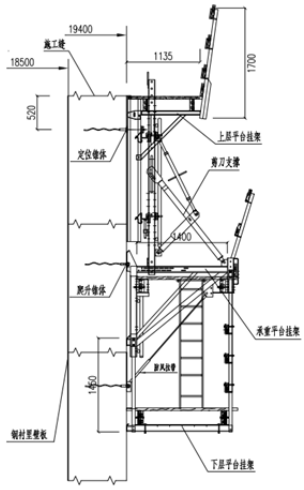
（5）钢筋、预应力管道密集，混凝土下料、振捣困难的区域，应提前设置好下料口及振捣点。

（6）混凝土布料和振捣时，应避让 EAU 仪表等重要预埋物项。

（7）混凝土实际浇筑高度宜超出理论水平施工缝 20～30mm，宜采用冲毛方式，不宜采用凿毛方式。

（8）昼夜温差较大或混凝土内部温度较高时，外露预应力管道、贯穿件宜进行封闭保温。

二、示范图片



安全壳筒身爬升模板体系



安全壳筒身模板现场安装



结构复杂区域模板开设振捣口



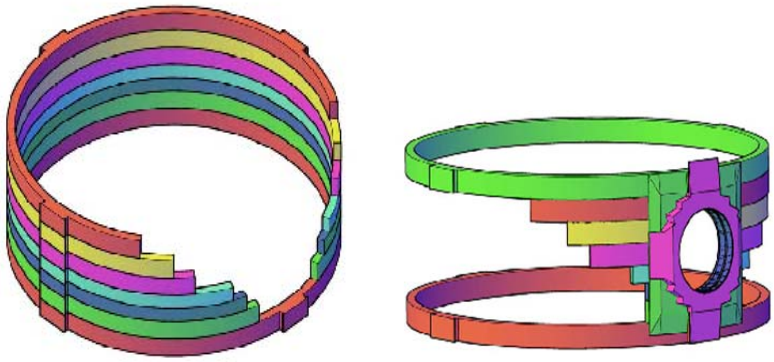
钢筋密集区域设置溜槽



安全壳穹顶模板工艺



安全壳穹顶模板使用样板检查



安全壳三维放样分段工艺



安全壳筒身钢筋/预应力管道安装



安全壳 EAU 仪表保护



安全壳穹顶钢筋/预应力管道安装



预埋物项标识



穹顶预应力管编号标记



预应力锚固件安装



安全壳整体表观质量



安全壳细部（闸门）表观质量

2.11.2.3 质量通病防治

结合核电工程土建施工各工序质量控制重点难点，梳理形成潜在质量通病清单，逐项制定防治措施，加强施工过程中防控措施的落实，从源头预防质量通病的产生，不断提高质量工艺水平。

土建施工主要质量通病治理措施：

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
1	底板墙柱插筋偏位	1、地下室底板上柱子插筋未进行有效固定，底板混凝土施工过程中对柱子插筋造成较大扰动，柱子钢筋偏位严重； 2、偏位钢筋校正时随意弯折，偏位严重的钢筋未进行重新植筋。	1、地下室底板上柱子插筋应采用钢筋定位框进行有效固定。 2、针对偏位严重的钢筋，应经设计同意在正确的位置重新定位植筋。
2	地下室底板裂缝漏水	1、防水施工质量差； 2、混凝土配合比不当，掺水浇筑，振捣不到位； 3、浇筑前积水未清除； 4、养护不足，导致地下室底板漏水。	1、加强底板防水质量控制，严格执行工序交接验收流程； 2、严格控制施工过程和检查验收工作； 3、混凝土严禁掺水浇筑，底板施工中注意防雨、排水和降水； 4、施工后加强混凝土养护。
3	底板防水基层处理不符合要求	1、防水施工基层阴角未能进行圆弧倒角处理； 2、冷底子油涂刷不均匀，存在大面积透底现象。	在防水工程施工前应对防水基层阴角进行倒角处理，确保基层平整、满足防水卷材施工要求。冷底子油涂刷应确保涂刷厚度，杜绝透底现象的发生。
4	梁底部钢筋绑扎不到位、垫块缺失	1、梁底钢筋未与箍筋进行有效绑扎，梁底钢筋保护层垫块设置随意且偏少； 2、混凝土振捣过程中易造成梁底主筋及钢筋保护层垫块偏位，从而导致梁底露筋或梁的有效截面	1、高大梁钢筋应架设绑扎，确保操作人员进行梁底钢筋绑扎时有足够的操作面； 2、应加强钢筋绑扎工作的过程监控，杜绝梁底钢筋不绑扎或跳绑的现象，梁底钢筋保护层垫块应有效固定。
5	构造柱钢筋预留及绑扎不规范	构造柱预留插筋过短导致钢筋搭接长度不足，搭接区、非搭接区箍筋间距偏大，不符合规范要求。	构造柱预留插筋长度应符合规范要求，预制构造柱钢筋笼箍筋绑扎间距应满足规范要求，施工中应加强过程管控。
6	混凝土墙根部烂根	模板支设时，降板区域一侧剪力墙模板底部与混凝土地面存在较大空隙未进	根据降板区域一侧剪力墙高度配置模板，严格控制降板区域标高，对模

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
		行有效封堵，导致剪力墙根部烂根。	板底部与楼板间的间隙应采用砂浆或木方进行有效封堵。
7	小截面混凝土柱蜂窝麻面	混凝土浇筑振捣过程中，混凝土级配石子粒径大或混凝土离析	在柱模板上留设浇筑孔，分段浇筑混凝土，框架柱底部500mm区域的混凝土，改成同标号细石混凝土。
8	楼板混凝土大面积规则裂缝	混凝土中外加剂掺入量控制不合理； 楼板底部钢筋保护层控制不当； 楼面混凝土上堆载过早； 楼板混凝土养护不当	1、对混凝土中的外加剂掺量应进行试配审核，部分类型外加剂掺量不宜过高； 2、楼板底部钢筋保护层垫块应按要求布设； 3、严格控制楼板上人作业及材料堆放的时间点； 4、应加强楼板混凝土后期的养护工作。
9	混凝土表观质量差	模板脱模剂未认真涂刷，随意倾倒在楼层模板上，导致模板局部脱模剂大量堆积，对混凝土表面造成污染。	技术交底中明确脱模机涂刷要求，并加强作业过程的监控。
10	坡屋面混凝土质量不佳	1、坡屋面混凝土塌落度控制不合理； 2、混凝土塌落度过小； 3、坡屋面混凝土振捣不密实。	针对坡屋面混凝土施工的特殊性，合理设置混凝土塌落度，可采取分段浇筑的方式确保坡屋面混凝土浇筑的厚度，减少混凝土的流坠。
11	窗预留洞口留设及封堵不符合要求	窗框未清理干净；发泡剂不严密；密封胶质量差，打胶不均匀；窗台坡度过小；塞缝砂浆太厚，未分层抹灰。	窗台抹灰作业前应将窗侧保护膜全部清理干净，同时可采用白铁皮或三夹板制作的“U”型槽对窗框进行保护，避免成品的污染。
12	屋面防水卷材施工不符合要求	屋面卷材施工不符合要求，节点未加强处理，泛水高度不够。	1、按照规范要求进行阴阳角加强处理，铺贴卷材搭接压实，卷材上返高度应满足设计及规范要求； 2、验收完成后做蓄水试验，验收后及时做保护层。
13	二次结构开槽配管不符合要求	配管开槽时未按要求在墙体划线，未使用设备切割，开槽宽度、深度控制不严格，造成墙体大面积受损，须填塞大量砂浆。若填塞不密实，易造成墙面空鼓、开裂。线管固定点不足，不牢固。	硬塑料管与接线盒在现浇混凝土墙内安装时应设置附加筋、支撑件、螺钉等进行有效固定。
14	阀门等部件法兰螺栓锈蚀严重	阀门等部件使用的螺栓配件不合格	控制螺栓配件等材料的质量，选用热镀锌或与管件同种材质的螺栓辅材。
15	焊接变形	焊接变形因焊件的不同而表现为翘起、角变形、弯曲变形、波浪变形等多种型式。	施焊前制定严格的焊接工艺措施，确定好装配顺序、焊接顺序、焊接方向、焊接方法、焊接规范、焊接线能量等；发现问题及时采取必要措施。

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
16	焊缝成型差	焊缝波纹粗劣，焊缝不均匀、不整齐、焊缝与母材不圆滑过渡，焊接接头差，焊缝高低不平。	根据不同的焊接位置、焊接方法、不同的对口间隙等，按照焊接工艺卡和操作技能要求，选择合理的焊接电流参数、施焊速度和焊条（枪）的角度。
17	焊接内部缺陷夹渣	焊接过程中药皮等杂志夹杂在熔池中，熔池凝固后形成的焊缝中的夹杂物。	焊件焊缝坡口周围10-15mm表面范围内打磨清理干净，直至发出金属光泽，多层多道焊时，层间药皮清理干净；尽量使用短弧焊接，选择合适的电流参数；对探伤过程中发现的夹渣超标缺陷，采取挖补等措施处理。
18	钢筋接头制作、连接不规范	1、施工前未对柱子钢筋连接方式进行详细策划，端头套丝的柱子钢筋又采用电渣压力焊接头连接； 2、电渣压力焊焊包不均匀，焊包上下钢筋偏心严重。	1、认真做好施工策划，确定钢筋接头的连接方式，并严格按方案实施； 2、在钢筋加工制作过程中，加强钢筋焊接端头质量控制； 3、在焊接过程中，加强电压、通电时间、装药量、钢筋固定等方面的控制，对不合格的焊包进行全数割除。
19	底板防水基层处理不符合要求	1、防水施工基层阴角未能进行圆弧倒角处理； 2、冷底子油涂刷不均匀,存在大面积透底现象。	1、在防水工程施工前应对防水基层阴角进行倒角处理，确保基层平整、满足防水卷材施工要求。 2、冷底子油涂刷应确保涂刷厚度，杜绝透底现象的发生。
20	地下室外墙导墙混凝土振捣不密实	1、施工人员振捣操作不规范； 2、指导振捣作业的施工流程不够细致。	1、导墙混凝土分两次进行振捣，第一次混凝土浇筑振捣密实后，在初凝前再进行二次振捣； 2、宜采用35mm插入式振捣棒，插入深度不超过墙底，或采用侧壁式振捣器振捣，以消除混凝土重力作用下沉及泌水过程形成的裂隙。
21	地面空鼓起砂	1、地面砂浆或细石砼水灰比过大，骨料级配不合理； 2、收面压光时间不当，缺少地面养护，地面未达到一定强度就上人或施工，使地面遭受摩擦导致起砂。	1、采用样板引路施工，按配合比拌制地面砂浆或细石砼； 2、终凝前进行抹面，并采用二次压光的方法控制质量，24小时后覆盖薄膜洒水养护，并做好防护工作，未达到强度禁止上人负重。
22	抹灰不同材质处开裂	不同材料之间未采取加强措施或材料质量不合格，导致不同材质交界处开裂。	混凝土梁柱和填充墙交接处抹灰时增加一层玻纤网格布或钢丝网； 合理使用抗裂纤维、抗裂砂浆、纤维网格布；样板先行。
23	女儿墙压顶倒泛水	屋面女儿墙压顶泛水坡度不足或局部倒泛水,后期雨水无法有组织向屋面内侧流淌。	屋面女儿墙压顶施工应确保外高内低，并按设计要求设置泛水坡度并设置鹰嘴。

2.11.3 电仪专业工艺质量标准及亮点工程策划

2.11.3.1 专业工艺质量要求及控制要点

（1） 电缆桥架安装

1）工艺质量要求

电缆桥架、电缆与热力管道之间距离符合规范规定。桥架安装路径和断面布置合理、无空置层，桥架及附件无锈蚀、污染。

2）施工工艺控制要点

电缆桥架及支吊架切割、钻孔后应予以整修，确保没有尖锐的边缘，切割口及焊接处涂刷油漆进行防腐处理；电缆桥架及支吊架在安装前，应检查校正其水平度和垂直度，偏差要求控制在2‰之内；每节电缆桥架（或托盘）至少有一个支架支撑；电缆桥架与热力管道（烟道、蒸汽管、热水管）的距离应大于450mm，如热力管道具有保温层，电缆桥架与保温层外边沿的距离大于150mm，与其它热源保持450mm的距离；切割完后用电钻在桥架需要连接的端部两边侧板开孔，孔的位置应和连接板上孔保持一致，孔直径应比螺栓直径大约1.5mm；电缆桥架各部件之间的连接采用半圆头螺栓，且将螺栓圆头安装在桥架内侧，避免划伤电缆；螺栓拧紧力矩值进行紧固，并做好力矩标识；电缆桥架的敷设和连接应保证电缆路径的通畅、平滑过渡，各段之间不得有明显的错边、高低不平；电缆桥架标识字体高度按设计要求，使用合适的油漆在清洁的表面上印刷；电缆桥架标识不同序列的颜色块应统一形状，颜色块中心与标识字体中心应在一条直线上，标记的颜色用于识别安全系统通道。

（2）电缆保护管安装

1）工艺质量要求

电气配管支吊架形式统一，固定点间距均匀，安装牢固，跨接无遗漏；管子弯曲光滑，管口无毛刺；线槽安装牢固，无扭曲变形；

电缆保护管敷设规范，与桥架或槽盒连接卡固接头紧固，埋地电缆管弯头不外露。

2）施工工艺控制要点

采用电动或手动弯管机对镀锌钢管进行冷弯，镀锌钢管弯制角度不得小于 90°，电缆保护管的弯曲半径应不小于所穿电缆的最小弯曲半径；电缆保护管冷弯之后，弯曲处不应有裂缝、明显的扁凹变形、锌层爆皮和脱落缺陷，其弯扁程度不大于管子外径的10%；保护管切割后清除管口毛刺，套丝后螺纹光滑，不能有坏丝、斜丝、啃丝等缺陷；配管周围如存在工艺管道，两者应留有足够的间距确保热绝缘，同时配管的安装位置不应阻碍工艺管道在正常运行期间的形变；配管应与烟道以及蒸汽和热水管道保持450mm的距离，如果作了隔热，与隔热层的外边界保持150mm的距离，与其他热源保持450mm的距离；配管的安装不应影响门、走道、留洞和穿墙套管的布置；对于装在混凝土表面用来固定锚板的膨胀螺栓，膨胀螺栓距混凝土边界、螺栓之间的间距符合设计要求；配管固定牢固，配管支撑点间距符合设计要求，当设计无要求时，金属管支点间距不大于3m，非金属管支点间距不大于2m；在满足隔离准则及安装要求的前提下，多根配管宜共用一个支架，安全有关系统的配管支架不宜为非安全有关配管所用；钢制保护管应可靠接地，钢管与金属软管、金属软管与设备宜采用金属管接头连接，保护管连接时需在保护管的螺纹连接处涂抹抗氧化导电膏，保持导管连接处的电气连续性；金属软管长度应根据需要截取，一般在0.3m～1.8m以内，每隔1.2m处需安装支撑；电缆保护管安装完毕之后要对其进行标识，采用永久标识，清晰可读。

（3）电缆敷设

1）工艺质量要求

桥架和槽盒内电缆敷设整齐、无明显交叉，电缆终端标牌齐全；

电缆敷设配线相色正确，导线绝缘层无破损，电线电缆分段绑扎间距均匀。

2）施工工艺控制要点

电缆敷设时，电缆不得有铠装压扁、电缆绞拧等机械损伤现象，同时要注意与已敷设电缆在交叉时的摩擦，必要时在交叉摩擦点包裹橡胶皮等进行防护；在垂直通道上和改变电缆方向的电缆处，需设有足够数量的绑扎带。在需要的地方可将电缆临时固定，特别是在要保持要求的弯曲半径之处和垂直通道中；动力电缆在桥架中应单层敷设。若电缆有间隔敷设的要求，则电缆外沿和桥架内侧边间距应至少为 1/4 倍电缆外径，动力电缆固定线夹之间的距离应不大于 900mm；单芯中压电缆固定应使用不构成磁性闭合回路的夹具。夹具的材料应兼容桥架材料，且与电缆外径匹配；电缆敷设于桥架内或穿管敷设，其填充率应符合设计规定；垂直桥架上的电缆或电缆束固定点之间间距应不大于 900mm，水平桥架上的电缆应固定于桥架横档上；电缆敷设时的弯曲半径及机械敷设时的最大拉力应满足设计和制造商的要求；电缆敷设时需在电缆两端做临时标识，标识内容包括电缆编号、起终点设备、电缆型号；安全有关与安全有关系统、安全有关与非安全有关系统布线通道和电缆应按规范要求进行实体隔离；电缆固定所用绑扎带的材质需根据电缆所处的环境确定采用铜编织、特氟龙或尼龙绑扎带；电缆敷设完成后，应按设计和厂家要求再次对电缆进行导通及绝缘电阻测试；电缆敷设完成后两端切口应做好防潮密封，在满足弯曲半径的情况下将电缆盘绕成圈，放置在干燥区域。

（4）电缆端接

1）工艺质量要求

盘、柜内接线整齐，绑扎牢固，工艺美观，回路编号齐全且标识正确；计算机及监控系统的信号电缆屏蔽层接地符合设计要求，信号屏蔽接地、保护接地、工作接地分开；盘、柜内电缆二次接线绑扎牢固，间距一致，导线弯曲弧度顺畅、工艺美观。

2）施工工艺控制要点

电缆的排列、固定满足电缆最小弯曲半径要求；电缆应排列整齐、编号清晰、避免交叉、固定牢固，不得使所接的端子承受机械应力；仪表和信号导线不应与控制或动力电缆捆扎在一起；对不同安全序列的电缆，应按设计要求进行隔离，1E 级和非 1E 级序列电缆不能混放；电缆穿入 EMC 格兰接头时，应多人配合施工，电缆穿入 EMC 格兰接头处做好锐边保护措施，禁止生拉硬拽，避免 EMC 格兰接头损伤电缆线芯绝缘；每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根；备用芯预留足够长度，备用芯线应引至盘、柜顶部或线槽末端，应套入备用线芯套管标识，芯线导体不得外露，统一配置线芯保护管帽；电缆线芯套管与线芯相匹配，应根据线芯实际大小选用套管，电缆线芯套管安装方向应一致；电缆剥线应选用专用剥线工具，避免剥线、理线时损伤线芯绝缘；电缆线芯剥露长度应与接线端子孔深度相吻合，避免电缆绝缘层压接在端子内，裸露线芯和接线端子表面杂物和氧化层应清理干净；铜接线端子与线芯应压接牢固，压接道数符合要求，接线端子压接部位均匀分布，按照规范进行压接；电缆线芯固定牢固，电缆线芯与设备采用螺栓连接方式时，按照厂家推荐或设计要求规定的拧紧力矩值进行紧固，确认接线端子压接牢固，无晃动、松动等接触不良的情况；采用插接、压接等连接方式时，线芯端接完成后，应检查电缆线芯不会脱落；屏蔽接地

应符合设计要求，屏蔽线引出时应压接或焊接良好，压接或焊接位置牢固可靠；电线与母排连接时，母线接触面必须保持清洁，并涂以导电膏。接线端子与母线、端子板的接触面连接紧密，连接螺栓用力矩扳手紧固，力矩值满足要求并作标识。

（5）电仪盘箱柜安装

1）工艺质量要求

配电柜、箱（盘）安装基础型钢接地可靠，柜、箱、盘等安装相互间接缝紧密；盘、柜安装排列整齐、固定牢靠；室内配电装置设备、母线安全净距离符合规范规定；断路器、开关分合闸指示应正确，命名编号、标识齐全。

2）施工工艺控制要点

盘箱柜基础框架施焊接完成后，对于在基础与盘箱柜接触面的焊接点，应将其突出部分打磨至与槽钢上表面齐平，以保证盘箱柜就位安装的精度；盘箱柜基础型钢水平度、不直度允许偏差满足 GB 50171 要求；基础型钢安装符合要求后，按设计图纸及厂家要求对其接地，盘箱柜的基础型钢应有明显且不少于 2 点可靠接地；成排盘柜垂直度、水平度、盘面偏差满足 GB 50171 要求；机柜与底座、联体机柜间采用螺栓连接时，其安装螺栓力矩按设计或制造商要求执行；保留机柜上的 4 个吊环螺栓，以保持盘柜的 IP 等级；当连接柜内，母线平置时，螺栓应由下往上穿，螺母应在上方，其余情况下，螺母应置于维护侧，螺栓长度宜露出螺母 2 扣～3 扣；成套柜的安装机械闭锁、电气闭锁动作应准确、可靠；动静触头的中心线一致，触头接触应紧密；抽屉式配电柜抽屉推拉应轻便灵活，无卡阻、碰撞现象，抽屉的机械闭锁或电气闭锁装置动作应可靠；手车式配电柜手车推拉应轻便灵活，无卡阻、碰撞现象，手车和柜体间的二次回路连接插件应接触良好；盘柜的漆层应完整，盘柜的正面及背面各电器应标明编号、名称、用途，且字迹清晰、不易褪色。

（6）接地安装

1）工艺质量要求

电动机、油箱外壳接地部位、接地标识、接地线截面符合规范规定；明敷接地引下线平直、无急弯，支持件间距均匀，与支架焊接处防腐无遗漏。

2）施工工艺控制要点

严禁利用金属软管、管道保温层的金属外皮或金属网、低压照明网络的导线铅皮以及电缆金属护层作为接地线；电气装置的接地必须单独与接地母线或接地网相连接，严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置；所有电气设备外壳和其他可能带电的金属构筑物都需要连接到接地网上；设备的基础型钢应有明显且不少于 2 点的可靠接地；接地线的安装位置应合理，便于检查，无碍设备检修、运行和巡视；接地电缆在电动机、配电盘、机柜、金属储罐等设备上定位时，应根据安装物项的接地标识确定接地连接点；接地导线应水平或垂直敷设，亦可与建筑物倾斜结构平行敷设，在直线段上不应有高低起伏或弯曲现象；接地导线应贴近钢结构或混凝土表面敷设，固定件应采用螺栓紧固件。接地线沿建筑物墙壁水平敷设时距离地面宜为 250mm 到 300mm；接地线跨越建筑物伸缩缝、沉降缝处时应通过接地线本身形成绕线状布置以保证足够的伸缩裕度；室外且裸露安装在混凝土地基外表面的接地导线应有机械防护措施；接地线的安装应美观，防止因加工方式不当造成接地线截面减小、强度减弱、导致诱蚀现象；接地安装完成后，测试物项接地连接点至接地端子板或预留接地导线的导通情况，其电气连续性应良好，无断线、电阻值较高等异常现象。

（7）防火封堵安装

1）工艺质量要求

电缆防火涂料施工规范，涂刷长度、厚度符合规范规定；电缆防火封堵密实、表面工艺平整、美观，防火墙标识齐全。

2）施工工艺控制要点

封堵前电气孔洞的电缆已经敷设到位，排列整齐并已经检查合格。通过套管的工艺管道已经按照正确定位坐标完成安装，同轴度达到封堵偏差要求；封堵的方式、材料型号、材质符合设计要求；采用硅酮密封材料密封前要设置严密的堰塞模板，模板和电缆及其它物项之间的缝隙可以使用胶带或硅胶进行临时封堵，以防密封剂漏出。在密封剂固化以后移除临时性模板，并对密封表面进行修整；贯穿件密封材料安装后，贯穿件孔洞应封堵严密，封堵材料没有孔隙、破损等情况；密封组件类型、功能要求以及封堵深度符合要求；防火封堵表面应平整、牢固严实，无脱落。阻燃涂料的涂刷应厚薄均匀，不应漏刷和污染相邻物体。

（8）仪表管路及设备安装

1）工艺质量要求

仪表、管路及阀门严密无泄漏，管路坡度符合规范规定，膨胀自由；成排布置的仪表工艺美观、固定牢固、无锈蚀；不锈钢管路与碳钢支架、管卡隔离；集中布置的就地仪表间距均匀，高度一致。

2）施工工艺控制要点

A.仪表管路安装

仪表管弯制前需对仪表管进行减薄率弯曲试验，满足弯曲后壁厚减薄率不得超过初始值 15%以及设计对弯曲半径的要求；利用弯管器对仪表管进行弯制，管路弯制后应无裂纹和凹痕，弯曲半径和角度符合设计要求；仪表管支撑定位时须满足仪表管坡度要求；仪表管支撑采用膨胀螺栓固定的，要保证安装牢固，力矩满足要求，螺栓紧固标识齐全；对仪表管端口的内外部进行去毛刺处理并清洁，确保内部无异物、油污，制作完成后的仪表管两端应封堵；仪表管与发热装置及设备保持最小 0.3m 距离；仪表管接口两侧轴线应一致，接至仪表、设备和工艺管转换接头时，仪表管接头必须对准，不得承受额外机械应力；承插焊焊接接头装配时，应留有间隙约 1.5～2.0mm。在装配时，可将仪表管先插至承插焊插口最深处，沿插口边缘在仪表管上画一条线，然后将仪表管在第一条线的基础上往回抽约 1.5～2.0mm；采用焊接方式连接的阀门，若阀门说明书无特殊规定，在焊接安装时，阀门应处于全开状态；毛细管的全程都应放置在 Tube 管托盘内，在工艺密封接口处，至多可以裸露 150mm，Tube 管托盘可敷设至距离仪表安装板底部 100mm 处。毛细管敷设后，在其端部应绕成一个直径 200mm-300mm 大小的圆环再进行固定，剩余的毛细管应在仪表设备端盘圈。

B.仪表管路试压

试验前应检查仪表管，不得有漏焊、堵塞和错接的现象，焊缝无损检验合格；试压前确认相关阀门的试压压力符合仪表管试验压力的要求，确认作为压力边界的阀门的密封方向符合仪表管试压的要求；试压用水的水质符合设计要求，试压用气体应为无油干燥的压缩空气；试验所用试压设备调校合格，运行正常，压力试验用的压力表准确度不得低于 1.6 级，量程应为试验压力的 1.5-2 倍；仪表管压力试验一般采用水压试验，当管道的设计压力小于等于 0.6MPa 时，可对仪表管进行气压试验；仪表管尽量与工艺管道一起进行水压试验，试验介质与上游工艺管道一致；当不能与工艺管道一起进行压力试验时，单独进行压力试验；当仪表管单独进行水压试验时，按设计文件要求或 GB 50093-2013 执行。

C.仪表设备安装

设备安装位置环境不应有振动、潮湿、易受机械损伤、强电磁干扰、高温、温度变化剧烈和腐蚀性气体；设备上的取源部件应在设备制造的同时安装，管道上的取源部件应在管道预制、安装的同时安装；在设备或管道上安装取源部件的开孔和焊接工作，必须在设备或管道的防腐、衬里和压力试验前进行；在高压、合金钢、有色金属设备和管道上开孔时，应采用机械加工的方法；安装取源部件，不应在焊缝及其边缘上开孔及焊接；冗余分组的 1E 级仪表应满足实体分隔要求，如果没有足够的空间可用于隔离，则可以使用隔离屏障。如使用隔离屏障，应确保隔离屏障两边与仪表之间至少有 25mm 的自由空间；流量仪表安装时，应满足仪表规范书或数据表中的上、下游直管段要求；就地安装的仪表应布置在方便测量、观察的地方，同时尽量减少引压管的长度；需要定期维护的仪表不应安装在高温或其它不利人员滞留的环境工况下，特别不能安装在靠近安全阀、疏水和热管的出口处；对所有暴露的设备、引压管、取源口的连接开口处应安装临时的盖子、塞子或防护措施，防止异物进入；仪表安装过程中不应敲击、震动仪表，并应防止仪表掉落；仪表与设备、管道或构件的连接及固定部位应受力均匀，不应承受非正常的外力；直接安装在管道上的仪表，宜在管道吹扫后安装，当与管道同时安装时，在管道吹扫前应将仪表拆下；对于仪表紧固件，根据仪表供应商或安装图要求的力矩值进行拧紧；对于精密贵重、安装后成品保护措施困难及安装后易损坏的仪表，应选择合适的时机安装；直接安装在工艺管道上的各类流量仪表，在工艺管道试压和清洗前应配合工艺专业拆除；测量管路吹扫、水压时应断开仪表与测量管路的连接，以保护仪表测量部件不受冲击；已安装的仪表设备应做好防水、防尘措施，必要时悬挂成品保护警示牌，设备的原包装如满足防护要求，应保留原包装。

（9）电气设备安装

1）工艺质量要求

蓄电池室采用防爆型灯具、通风电机，室内无开关、插座；高压设备瓷件、绝缘子无损伤、裂纹、污染；金属围栏、罩壳、基础、支架、爬梯、检修平台等均应可靠接地；室内 GIS 排风机电源开关设置在门外，排气口距地面高度符合设计，六氟化硫泄漏报警仪、氧含量检测系统运行正常。

2）施工工艺控制要点

A.蓄电池安装

施工现场蓄电池安装、存储的环境温湿度符合设计要求，若蓄电池房间空调系统还不具备投用条件，可装设临时防爆空调、防爆除湿机来达到设计所要求的温湿度；蓄电池支架为独立的两点接地，接地端子通过接地导线连接至接地端子板，接地端子板侧采用双孔压接型端子；蓄电池支架安装完成后应对焊接面进行涂层修补，并涂刷专用抗酸涂料；蓄电池在连接前，取下极柱保护帽或蓄电池保护盖，使用的所有工具应是绝缘工具；蓄电池与外部电缆的连接要求通过端子板进行，端子板安装时应采取减小连接电阻和防氧化的措施，采用力矩扳手进行紧固；端子板安装完成后，先检查蓄电池连接是否正确，再测量正、负端子间的电压然后将外部电缆按正确极性接上。

B.变压器安装

变压器在装卸和运输过程中，不应有严重冲击和振动；每批到达现场的变压器油均应有试验记录并取样进行简化分析，必要时进行全分析；变压器本体油应取样进行简化分析、色谱分析；变压器油的电气强度、微水等参数必须满足产品技术要求；安装附件需要变压器本体露空时，环境相对湿度必须小于 80%，并适量补充干燥空气（露点应低于-40℃，内部含氧量大于 18%），保持微正压，

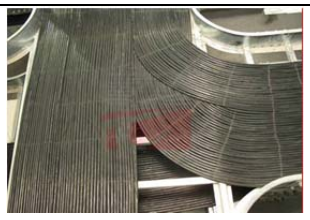
以维持本体干燥，通常每次只打开一处，并用塑料薄膜覆盖，连续露空时间不宜超过 8h，累计露空时间不宜超过 24h。每天工作结束应抽真空补充干燥空气直到压力达到 0.01MPa～0.03MPa；所有法兰连接处应用耐油密封垫圈密封；密封垫圈应无扭曲、变形、裂纹和毛刺，密封垫圈应与法兰面的尺寸相配合；瓦斯继电器、温度计校验整定合格，压力释放阀校验合格；气体继电器应水平安装，顶盖上箭头标志应指向储油柜，其顶盖沿气体继电器气流方向有 1%～1.5%的升高坡度，连接密封严密；压力释放装置的安装方向应正确，阀盖和升高座内部应清洁、密封严密，电接点动作准确，绝缘性能、动作压力值应符合产品技术文件要求；变压器、电抗器中性点接地引出后，有两根接地引线与主接地网在不同干线连接，其规格应符合设计要求；变压器外观表面清洁无污染、相色标识正确。

C.GIS 安装

GIS 设备基础混凝土强度应达到设备安装要求，预埋件接地应良好，符合设计要求；GIS 设备基础及预埋件的允许偏差，除应符合产品技术文件要求，还应符合 GB 50147 的规定；GIS 装配作业应在无风沙、无雨雪、空气相对湿度小于 80%的条件下进行，并应采取防尘、防潮措施；断路器的固定应符合产品技术文件要求且牢固可靠；支架或底架与基础的垫片不宜超过 3 片，其总厚度不应大于 10mm，各垫片尺寸应与基座相符且连接牢固；使用的清洁剂、润滑剂、密封脂和擦拭材料必须符合产品的技术规定；GIS 元件拼装前，应用清洁无纤维裸露白布或不起毛的擦拭纸、吸尘器清理干净，盆式绝缘子应清洁、完好；法兰对接前应先对法兰面、密封槽及密封圈进行检查，法兰面及密封槽应光洁、无损伤，对轻微伤痕可用细砂纸、油石打磨平整；螺栓连接和紧固应对称均匀用力，其紧固力矩应达到产品技术文件要求；断路器及其操动机构的联动应正常、无卡阻现象，分、合闸指示应正确，辅助开关动作应正确可靠；套管吊装宜采用专用工具和吊带进行起吊，以保护瓷套管不受损伤。吊装前应将套管清理干净，并完成相关试验检查项目；密度继电器的报警、闭锁值应符合产品技术文件要求，电气回路传动应正确；六氟化硫气体压力、泄漏率和含水量应符合标准 GB 50150 及产品技术文件的规定；GIS 设备接地线检查应无锈蚀、损伤；各元件法兰连接处挂接可靠，导通良好；接地连接牢固，导通良好。

2.11.3.2 工艺样板及实施要点

电仪专业拟确认施工项目作为工艺样板：

序号	样板项目	实施要点
1	 电缆桥架安装样板	支吊架焊接工艺；螺栓固定要求；伸缩连接片设置；接地制作工艺
2	 电缆敷设样板	电缆弯曲弧度、电缆整理、排列、绑扎工艺

序号	样板项目	实施要点
3	 端接工艺样板	电缆头制作、线束整理、排列、绑扎工艺；屏蔽线端接的方法；电缆标牌的悬挂方法
4	 仪表配管样板	小管路弯制、焊接工艺质量；仪表架组装；成排管路支吊架设置、卡套式管接头安装方法

案例：

亮点工程：电缆敷设

一、施工工艺控制要点

电缆敷设质量优良、观感精美。其施工工艺要求如下：

（1）电缆的接收检查

1）电缆盘完好；

2）电缆盘的标识（电缆盘号、代码号）正确；

3）电缆的电气试验合格。

（2）电缆搬运

1）盘上电缆卷紧无松弛现象，电缆头应固定；

2）电缆盘只能按规定方向滚动（在盘法兰上用箭头标明）。

（3）电缆存放

1）电缆盘应存放厂房或坚实而平坦且无积水的专用场地中，防止电缆损伤；

2）电缆盘应立式存放（负荷均匀落在两法兰盘上），电缆盘不能平放或堆放；

3）光纤电缆应用原包装存放在库房里；

4）对于大型电缆盘（2 吨以上的电缆盘）应靠场地边存放，电缆盘之间必须留有适当距离的通道，以便电缆盘的搬运；

5）如果带有剩余电缆的电缆盘返回储存场地，电缆头应密封好，并采取适当的保护（防潮、防晒）措施。

6）同型号，同截面及同芯数电缆的电缆盘应尽量存放在一起,并且标识牌显而易见。

（4）电缆路径检查

1）现场电缆路径、起终端设备应与电缆敷设文件保持一致；

2)检查起点和终点之间电缆托盘的连续性，特别是在托盘方向改变的部位，（转弯、垂直等）及托盘到设备间是否做到位；

3）电缆托盘标识完整，托盘接地完成，托盘转弯处的弯曲半径合格；

4）实底托盘内固定电缆的装置已安装，电缆敷设路径的杂物清除干净；

5）阻火墙安装完成，托盘与阻火墙、孔洞连接到位，电缆托盘或电缆孔洞空间充足；

6）电缆托盘端部、拐弯处、电缆孔洞棱角边缘已做好临时性保护。

（5）电缆敷设

1）在电缆敷设期间，支撑可靠，电缆从电缆盘底部拉出，拉力必须稳定，电缆弯曲半径合格。

2）人员沿着敷设电缆通道排列，在拐弯、爬坡处增加人员，防止电缆划伤；

3）当敷设长电缆或大截面电缆时应分发便携式通讯设备（对讲机），以便敷设中的协调和紧急情况处理；

4）在直立的和标高变化的电缆通道部位，每一根电缆都要固定；

5）三相系统的单芯电缆敷设完成后以品字型排列；

6）中子通量和辐射监控电缆单层敷设，电缆敷设排列整齐；

7）电缆敷设到位后，根据盘箱柜高度＋柜宽度预留适合长度；

8）电缆固定间距符合要求，电缆绑扎整齐美观，电缆两端临时标识完整正确。

（6）电缆敷设完成后的检查

1）无扭结，翘曲及打环现象；

2）电缆的弯曲半径合格；

3）托盘及电缆孔洞中电缆排列整体；

4）三相系统的单芯电缆品字型排列，电缆绑扎间距符合要求；

5）光缆穿过电缆孔洞时有阻燃套管；

6）电缆起、终端预留长度合适；

7）电缆绝缘皮没有损坏；

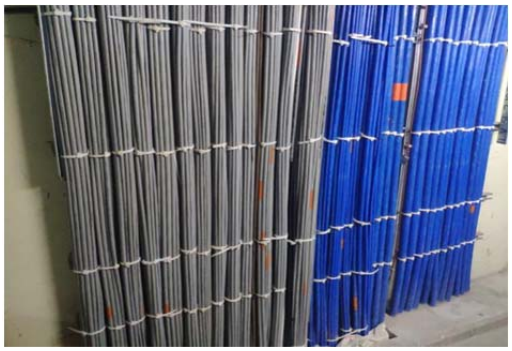
8）托盘的拐弯、端头处已采取电缆保护措施；

9）电缆端头的临时标识完整正确；

10）不同类型电缆间的实体隔离、电缆对应的托盘正确；

11）电缆托盘及电缆孔洞的空间合适，无超容情况。

二、示范图片



电气厂房电缆敷设



图棒控棒位系统电缆敷设



堆顶桥电缆敷设



电缆敷设完工照片

2.11.3.3 质量通病及防治措施

电仪施工过程，制定各工序质量通病的防治措施，并在施工中严格执行和经验总结，减少直至避免质量通病的发生，不断提高质量工艺水平。

电仪安装施工质量通病及防治措施如下：

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
1	电缆桥架安装不符合要求	1、电缆桥架安装位置不平直、扭曲变形 2、电缆桥架与工艺管道间隔距离不合格 3、桥架切割后的毛刺未清理造成后期电缆划伤	1、电缆桥架安装前进行预组合，变形的桥架应进行校正； 2、安装前测量放线，安装中复核其标高，安装后对超差部分应予修整； 3、桥架与热表面距离符合设计要求，否则应采取设计认可的物理隔离措施； 4、桥架安装应选用专用切割设备，切割后打磨毛刺，避免割伤电缆。
2	电缆敷设凌乱交叉、无序，电缆局部没固定，动力电缆与控制电缆未分开	1、电缆层间交叉及拐弯处弯度不一致 2、电缆绑扎位置不统一 3、在垂直通道上敷设前未整体策划电缆走向，造成动力电缆与控制电缆未按要求进行物理隔离	1、对电缆通道进行统筹设计和规划，避免电缆交叉和桥架内某层电缆过多的情况； 2、电缆敷设时，合理配备敷设人员，在电缆终点、转弯点、两端、交叉点、分界点等处由有经验的人员负责，并由专人分段指挥，确保电缆走向、排列正确； 3、电缆每敷设完一根，立即进行整理固定，敷设一批后及时进行统一固定。
3	防火封堵不规范或电缆进盘处未刷防火涂料	1、防火模板制作不平整 2、封堵后二次开孔划伤电缆 3、盘柜防火封堵措施不到位，封堵材料进入柜内 4、电缆防火涂料漏刷	1、制作完成后，封堵表面处理平整； 2、使用合格的工具，操作小心谨慎，避免划伤电缆； 3、封堵模板材料密封填充，缝隙涂防火密封胶； 4、电缆穿过楼板、防火墙及进入盘箱柜处需刷防火涂料。
4	仪表管异物堵塞	1、仪表管制作过程中毛刺未清理 2、仪表管安装前未吹扫，直接对口组装	1、仪表管切割后用锉刀去除边缘毛刺； 2、仪表管安装前用白布清理或压缩空气吹扫，过程中用护管帽保护，防止异物进入。

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
5	接地不规范、物项接地后未做导通性测试	1、接地点焊接后焊渣未清理就直接防腐，导致接地体腐烂 2、放热焊施工工艺差，导致接地点脱落 3、外壳不接地导致设备漏电 4、没有形成接地导通性测试记录	1、接地焊接后，先清理焊渣，再做防腐； 2、放热焊的药剂防止受潮，模具应预热，焊接处清理干净； 3、外壳有接地点的就地电气设备接地应完整，特别注意金属软管的跨接，盘柜门的接地； 4、接地完成后，在施工记录上体现导通性测试记录。
6	电仪设备保护不当，造成设备损坏	1、施工过程中成品保护失效 2、未按设备维护要求执行	1、设备安装全过程做好成品保护措施； 2、建立设备安装完成后的维护制度并建立台账，对于有特殊维护要求的设备需按照供应商的设备维护说明书进行维护、检查并记录。

2.11.4 机械专业工艺质量标准及亮点工程策划

2.11.4.1 专业工艺质量要求及控制要点

序号	检查项目	工艺质量及观感质量标准
1	核岛主设备	压力容器及支承环：压力容器本体、容器法兰、支撑标高、水平度要满足要求。
		蒸汽发生器及上下支承：蒸汽发生器本体、垂直支撑组件、横向支撑组件安装，标高、水平度满足要求。
		主泵泵壳及其支承组件：主泵泵壳、垂直支撑组件安装、 横向支撑组件、阻尼器安装标高、水平度满足要求。
		稳压器及其支承组件：稳压器本体、垂直支撑标高、水平度满足要求。
		主管道、波动管的焊接质量满足设计要求，主要管嘴位置标高、水平度满足图纸要求。
2	辅助设备的安装	辅助设备外观整洁、涂层无明显破损脱落、设备标识清晰且便于观测，设备运行无观感异常，满足设计要求。
		辅机设备安装位置偏差、标高、水平度及支承固定满足设计要求，密封性检验符合。
3	工艺管道、泵及阀门的安装	管道配管支吊架；工艺管道横平竖直，介质流向正确，阀柄方向正确；管道间距均匀。支架焊缝外观应过渡圆滑。
		管道配管支吊架形式统一，位置正确牢固，间距符合规范规定；焊缝成型饱满、焊波均匀、无夹渣、气孔等缺陷。
		热力系统管道支吊架设计合理、位置正确、安装牢固，受力符合设计要求，紧固件防松可靠，吊杆无明显偏斜。
		主蒸汽隔离阀、稳压器安全阀阀门流向和安装方位、试验检定合格。
3	工艺管道、泵及阀门的安装	安全注入泵及电机、化学与容积控制及电机、设备冷泵及电机等设备安装位置偏差、标高、水平度、同轴度偏差要满足设计要求；油冲洗达标；满足要求。
		电动主给水泵组安装位置偏差应满足设计要求，油路正常、振动正常。
		循环水泵及海水入口过滤装置安装位置偏差应满足设计要求。试运行性能满足设计要求。
		主蒸汽，主给水管道及阀门，支吊架安装、焊接、保温应满足设计要求。

序号	检查项目	工艺质量及观感质量标准
4	防腐、涂漆和保温施工	各类管道、金属支架和设备的防腐和涂漆附着良好，无脱皮、起泡、流淌和漏涂等缺陷；管道保温紧密，接口 无明显缝隙，保温层无破损、严重变形等。
		风管及设备保温绝热材料层应密实，无裂缝和空隙；绝 热层的纵、横向接缝错开，保温钉分布均匀，数量设置满足规范规定；穿楼板或穿墙处的绝热层应连续不间断；绝热层的敷设不得影响各部件的操作功能。
		汽轮机本体保温施工符合设计要求，保温抹面层平滑顺畅、无裂纹、超温。
		各类管道、金属支架和设备的防腐和涂漆附着良好，无脱皮、起泡、流淌和漏涂等缺陷；管道保温紧密，接口无明显缝隙，保温层不破损，无超温。
5	风管及其支吊架的安装	风管安装风管支吊架位置设计正确牢固，柔性短管安装松紧适度，长度符合要求，无明显扭曲；风管与风管的连接平直不扭曲；法兰连接螺栓均匀拧紧且在同一侧；法兰垫片不应凸入管内或突出法兰。
6	汽轮发电机组安装	汽轮发电机组基座安装，高中压缸、低压缸、发电机转子、轴承安装精度满足设计要求。
7	环吊及起吊设施的安装	环吊安装轨道椭圆度及载荷试验结果满足设计要求。
		起吊设施限位装置安装规范，操作控制器防水防误操作设施完善。
8	非标贮罐的制作	现场非标制作贮罐外形尺寸、半径、垂直度及梯台装配满足设计要求。

2.11.4.2 工艺样板及亮点工程策划

核电工程机械专业施工应提前开展工艺样板及亮点工程策划。工艺样板分为展示样板和实物样板，展示样板可以利用专用场地作为集中展示，展示区应在施工总平面图中进行规划，样板可用于技术交底和岗前培训，也可作为质量检查和验收参照物；实物样板是在工程实体上的具体部位实施，作为工程实体的一部分。

工艺样板在制作前应编制策划文件，宜按照单独设备、区域、系统进行划分，形成样板计划清单；样板应选择工程典型施工工艺进行展示，并在相应工序配置图片、文字说明等内容，展示工艺参数和工艺标准。

核电工程机械专业工程亮点包括但不限于：主设备安装、主管道安装与焊接、设备安装、管道安装与油漆、保温安装、阀门安装、汽轮机与发电机的安装等。

工艺样板实施规划参考案例见下表：

序号	样板项目	实施要点
1	 管道安装样板	焊接工艺、管道坡度、管道间距、色环和标识正确

序号	样板项目	实施要点
2	 阀门安装样板	阀门位置、阀门方向、标牌安装
3	 成品保护样板	环境要求、储存等级、防护美观、到位
4	 保温安装样板	保温材料及特性、保温层厚度、保温结构
5	 设备安装样板	设备外观、震动、偏差小、

案例：

亮点工程示例一：压力容器安装

一、施工工艺控制要点

压力容器安装质量优良（尺寸偏差小）、观感精美，各工序应参照标准、规范中相同质量控制项的最高要求进行控制。其施工工艺要求如下：

（1）反应堆压力容器支撑件安装

1）支承环上安装止挡块，止挡块与支承环之间的间隙要求 0.2mm～0.5mm；

2）支承环安装完成，测量并记录各支座凹槽水平面标高，要求高差不大于 0.5mm，支承环 0°、90°、180°和 270°方位轴线与对应基准线允许偏差为±0.5mm。

（2）反应堆压力容器吊装

1）安装反应堆压力容器吊装用专用吊索具及辅助吊装设施；

2）联钩试吊完成后，平稳操作吊装设备进行反应堆压力容器吊装翻转、水平移动，避免急停

急起引起的冲击或设备大幅晃动，翻转和吊装过程中钢丝绳或钢绞线的倾角不允许超过设计范围；

3）吊装就位过程做好全程监控，避免设备发生磕碰、刮擦；

4）反应堆压力容器吊装就位时，应复核安装中心轴线及方位标识。

（3）反应堆压力容器安装

1）反应堆压力容器内部堆内构件吊篮支承面的标高允许偏差为±1.0mm，水平度允许偏差为±0.3mm；

2）反应堆压力容器的 0°、90°、180°和 270°方位标记与支承环上对应标记之间允许偏差为±0.5mm；

3）反应堆压力容器支承块与支承座之间的侧向间隙应为 0.4mm±0.05mm；

4）采用专用工装对反应堆压力容器螺栓孔进行密封保护，对压力容器开口、法兰面密封面、接管嘴等关键部位进行遮盖保护。

（4）反应堆压力容器顶盖安装

1）密封环安装到密封槽内压紧固定后，检查密封环与密封槽间隙均匀，固定夹、螺钉端部不应超出顶盖法兰面；

2）顶盖与反应堆压力容器本体、堆内构件的对中定位，应在下部堆内构件与容器的对中定位完成后进行；

3）主螺栓、螺母、垫圈按照工厂内的装配表进行装配，主螺栓装配前螺纹和征程表面要涂抹规定的润滑剂，拉伸之前用千分尺配合标准杆，测量并记录主螺栓初始长度，作为主螺栓伸长量验证的基准值，紧固后应记录螺栓伸长量，需在设计允许的偏差范围内；

4）在螺栓紧固之前和之后都应测量顶盖法兰和容器法兰之间的间隙，测量完毕后，用不透明胶带暂时封住该间隙，以保持清洁；

5）压力容器顶盖安装前，使用通止规等螺孔检查专用工具检查螺孔状态，检查记录存档留底，必要时修复螺纹。

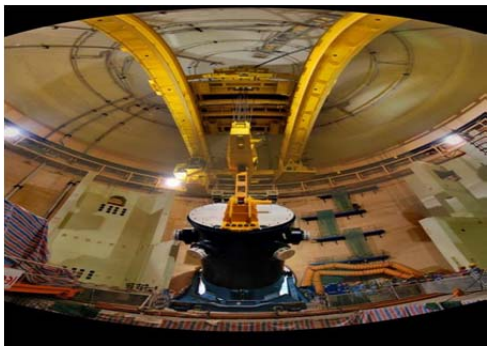
二、示范图片



反应堆压力容器运输



反应堆压力容器通过龙门架吊运



反应堆压力容器翻转



反应堆压力容器吊装就位

亮点工程示例二：蒸汽发生器安装

一、施工工艺控制要点

蒸汽发生器安装质量优良（尺寸偏差小）、观感精美，各工序应参照标准、规范中相同质量控制项的最高要求进行控制。其施工工艺要求如下：

（1）蒸汽发生器垂直支承安装

1）蒸汽发生器垂直支承中心距离蒸汽发生器热态中心线的位置允许偏差应±2.0mm，垂直度应≤5.0mm，角向误差±30′。

2）蒸汽发生器垂直支承顶部支承面标高允许偏差±2.0mm，四根垂直支承顶部支承面水平度应≤0.5mm。

3）蒸汽发生器垂直支承的螺栓紧固采用螺栓拉升机分两个阶段进行，每阶段拉伸预紧工作按预紧力比例分 3 次完成。

4）螺栓安装完成后，螺栓头外露尺寸基本保持一致，螺栓保护装置齐全。

（2）蒸汽发生器吊装

1）安装蒸汽发生器吊装用专用吊索具及辅助吊装设施；

2）联钩试吊完成后，平稳操作吊装设备进行蒸汽发生器吊装翻转、水平移动，行车提升和行走配合必须严格按照吊装方案执行，避免急停急起引起的冲击或设备大幅晃动，翻转和吊装过程中钢丝绳或钢绞线的倾角不允许超过设计范围；

3）吊装就位过程做好全程监控，避免发生设备磕碰、刮擦。

（3）蒸汽发生器安装

1）根据垂直支承顶部支承面标高值、蒸汽发生器本体尺寸及热段管嘴入口中心坐标值，加工并安装蒸汽发生器标高调整垫板。

2）蒸汽发生器吊装就位后，调整蒸汽发生器中心位于热态中心点处，并以主管道热段中心线为确定其方位。

3）就位调整后确保：蒸汽发生器的热段管嘴入口中心标高允许偏差±2.0 mm，本体的垂直度允许偏差±5.0mm（在 9 米高范围内测量），蒸汽发生器中心与热态中心位置允许偏差 2.5 mm。

（4）下部横向支承安装

1）蒸汽发生器下部横向支承的安装应符合：位置允许偏±5.0mm，标高允许偏差±5.0mm，挡架中心线的水平度≤2.0mm，挡架与挡块之间的间隙允许偏差≤2.0mm。

2）下部横向支承螺栓安装完成后，螺栓头外露尺寸基本保持一致。

（5）上部横向支承及液压阻尼器安装

1）蒸汽发生器抱环组件中心标高允许偏差±5.0mm，抱环组件中心线的水平度≤2.0mm，抱环与蒸汽发生器筒体外壁的间隙及垫铁加工应符合设计技术文件要求；蒸汽发生器抱环组件阻尼器锚U 型座安装的标高允许偏差±10.0mm，中心线水平度≤3.0mm，U 型座至主管道热段中心线的垂直距离允许偏差±10.0mm。

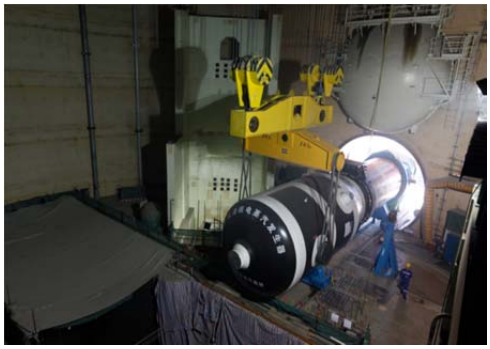
（6）设备就位后的保养

设备就位后，对蒸汽发生器二次侧进行充氮保护或热风保护，保养温度和湿度应满足设计要求。

二、示范图片



蒸汽发生器通过龙门架吊运



蒸汽发生器运输到反应堆厂房



蒸汽发生器翻转



蒸汽发生器吊装

2.11.4.3 质量通病防治

结合核电工程机械专业施工各工序质量控制重点难点，梳理形成潜在质量通病清单，逐项制定防治措施，加强施工过程中防控措施的落实，从源头预防质量通病的产生，不断提高质量工艺水平。

机械专业主要质量通病治理措施：

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
1	不锈钢制品二次污染	①未做好施工人员的交底工作 ②措施执行不严格	安装不锈钢管道时应在支架表面加装隔离措施（石棉板、不锈钢薄板、橡胶板等）。
2	保温弯头与直管外护板搭接处开裂	①未做好施工现场交底工作； ②施工前进行培训，合格后进行施工； ③找工作熟练的技术工人作业。	弯头大 R、小 r 内必须加设筋条，筋条与弯头各片与直管外衣均用自攻螺钉固定，并检查此部位的固定钉及连接钉的牢固性。
3	管道清洁度不合格	①施工时保护不到位； ②工具使用不合适。	①选择合适的工具进行清洁。在管道清洁度验证合格后尽量减少对管道的打磨，如需打磨，必须做好相关保护措施； ②对不锈钢管道进行包裹； ③及时对管口进行封堵。

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
4	临时焊件去除后焊点不清理打磨	未遵守施工工艺纪律要求，检查不到位。	加强质量意识教育，严格工艺纪律检查和处罚。
5	管道内部清洁度污染	管道组对、封口前，未经班组及质检人员验收进行封口。	封口前进行检查验收，封口后及时隔离防止封口被破坏。
6	钢架高强螺栓漏装	①施工现场螺栓管理不善； ②螺栓错孔穿装不上未处理。	①做好高强螺栓的保管及领用记录； ②加强对施工人员的交底，做好施工过程的检查。
7	设备地脚螺栓露出螺母长度不一，未按要求加装垫片	灌浆前，未严格按照三级质量检查验收制度进行现场实地检查。	严格灌浆申请单的落实，层层把关，把灌浆前的螺栓尺寸、规格及其露出螺母长度是否一致、螺栓孔内清洁度等检查设为停工待检点进行控制。
8	支吊架防锈漆漏刷	支架安装前未刷防锈漆。	作业指导书要严格按照公司有关标准要求加入有关防腐的内容，支架制作完成后不进行防腐处理不允许现场安装，制作完后的支架检查宜可设为停工待检点进行控制。
9	管道的支吊架安装不规范，如根部焊接件不美观、支吊架割孔、拉杆弯曲，背帽未背紧等	施工人员对管道支吊架的安装重要性缺乏足够的认识。	增强施工人员对管道支吊架安装重要性的认识，严格按照施工工艺执行； 支吊架应采用机械钻孔，严禁气割，拉杆受力应均匀无弯曲现象，背帽应紧固到位。
10	设备、支吊架弹簧铭牌损毁或刷漆时覆盖	设备运输、吊装时野蛮施工，未做好铭牌保护； ②油漆施工人员不了解施工要求。	设备到货后关注检查铭牌的完整性； 设备运输、吊装时做好铭牌的保护措施； ③油漆作业前在铭牌上贴上保护纸。
11	设备及构件防腐前，表面附着物及杂物处理不彻底	油漆前，对基层处理验收把关不严格，施工人员责任心不强。	按照施工程序执行，严格按照工序标准验收。
12	管道及设备表面油漆有明显流痕	①油漆涂装前，稀释配比不合理 ②施工人员对涂装工艺不重视。	对施工前的施工人员进行必要的操作关键点和技术培训，同时，现场监护到位。
13	管道弯头、三通处保温外衣热态开裂	设备及管道护板膨胀余量预留不够； 应该在活口搭接的部位固定。	按照管道设计膨胀要求，留出足够余量，按照标准要求间隔预留活口搭接。

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
14	设备地脚螺栓露出螺母长度不一，地脚螺栓无防松措施	灌浆前，未严格按照三级质量检查验收制度进行现场实地检查。	严格灌浆申请单的落实，把灌浆前的螺栓尺寸、规格及其露出螺母长度是否一致、螺栓孔内清洁度等检查设为停工待检点进行控制。
15	小孔径阀门站等区域的支架未涂防锈漆直接安装管道，不需保温的管道安装前不刷防锈漆	执行措施不严或未提前进行防腐策划。未意识到管道安装后：一是防腐困难，二是易造成二次污染。	施工程序要严格按照标准要求加入有关防腐的内容，支架制作完成后不进行防腐处理不允许现场安装，制作完后的支架防腐检查宜可设为停工待检点进行控制。
16	管道穿墙及穿楼板处未加装套管	专业间图纸会审时未统一考虑有关问题；管道施工前对穿墙及穿楼板的保护没有统一管理和提前策划。	加强专业间图纸会审，提前策划穿墙及穿楼板处的管道保护；施工前根据管道管径、有无保温等对穿墙及穿楼板处套管提前策划留出膨胀间隙，进行统一设计并有专人负责。
17	管道支吊架防松螺母未紧固或丢失	①支吊架防松螺母有部分丢失； ②安装过程未紧固或未安装防松螺母。	①安排专人进行支吊架管理； ②安装过程中，检查应齐全，及时紧固螺母，不能出现松动； ③安装过程严格执行三级检查验收签证制度。
18	设备垫铁安装及二次灌浆高度不规范	①垫铁规格未统一，加装高度不规范； ②二次浇灌时未对照图纸或没有按照“设备基础砼二次浇灌”的要求实施，验收签证与现场实地检查不同步； ③二次灌浆前的检查验收未按图纸或规范要求进行严格把关。	①加工的垫铁规格应同一标准，节省材料且使用； ②施工前技术交底应全面、具体，施工中对照图纸要求严格把关； ③二次浇灌前严格执行三级检查验收和W/H点管理制度，对照图纸或通知单要求严格把关，不合格不签证。
19	就地表计安装工艺不美观，不易观察	施工人员对工艺要求认识不足或未提前策划，没有专人统一制作。	增强施工人员对其工艺要求重要性的认识，加强日常的监督、检查，提前策划，由专人负责，统一管理。
20	低压管道焊口外观不美观	①焊工对技术要求不清楚； ②焊工技术水平低； ③对低压管道不重视。	①认真执行焊接技术交底制度； ②加强焊工技术培训和现场管理。
21	钢架高强螺栓漏装	①施工现场螺栓管理不善； ②螺栓错孔穿装不上未处理。	①做好高强螺栓的保管及领用记录； ②加强对施工人员的交底，做好施工过程的检查。

序号	质量通病	原因分析	纠正及预防措施
22	设备水平度测量和调整不满足要求	①测量器具选用错误； ②人员技能不足，施工方法不合适。	①根据设备水平度的不同要求，选择不同精度的水平仪。②调整设备水平时一般先调整纵向水平，再调整横向水平。
23	设备保护不当，造成设备损伤或污染	①设备维护标识不清、不明显。 ②维护要求不清楚。 ③人员设备维护意识不足。	①对不锈钢设备应作防污染保护，并将保护要求及注意事项粘贴于设备上明显位置，以提醒和告知其他作业人员该设备的保护要求。 ②做好设备安装完成后的维护工作，做好警示标牌，对于有特殊维护要求的设备需按照供应商的设备维护说明书进行维护、检查并记录。 ③定期对临时存放物项及安装物项进行巡查、维护。 ④班前会宣贯成品保护意识教育，要求班组和施工人员重视设备的保护。
24	给水泵、管路存在漏油、漏水现象	①人员设备维护意识不足。 ②人员技能不足，施工方法不合适。	①强化培训提高人员意识； ②加强对施工人员的技术交底、做好施工过程的检查和记录。

2.11.5 焊接专业工艺质量标准及亮点工程策划

2.11.5.1 专业工艺质量要求及控制要点

焊接作为核电安装工程的一项专业技术，涉及管道安装、机械设备安装、电气工程安装、静置设备安装和仪表工程安装；焊接工程的最终质量是依据目视检测、渗透检测、射线检测、超声检测、磁粉检测等进行验证。

2.11.5.1.1 工艺质量要求

（1）核级/非核级管道焊缝

序号	检查项目	工艺质量要求
1	核级、非核级系统管道安装过程中焊缝目视检验	验收标准一般按有关设计技术说明书的要求，当上述文件没有明确规定验收标准时，可参照下列条件验收： 焊接前的坡口 坡口的熔合区表面上不应有裂纹和类似裂纹、锈蚀和其它影响质量的气孔，夹渣等缺陷。 允许平行于表面的夹层最大尺寸应小于 25mm。 焊缝及热影响区域 焊缝表面应圆滑平整、无裂纹、未熔合、未焊透、咬边，凹坑、以及不允许的气孔、夹渣等缺陷。
2	反应堆冷却剂主管道及附件焊缝目视检验	除其他设计文件和图纸中有规定外，应按照下列条件验收： a） 焊缝内外表面应平整、光洁、两侧平缓过渡，其外形尺寸应符合图纸要求；焊缝表面不得有气孔、夹渣、裂纹、焊瘤、未熔合、弧坑及严重的咬边等缺陷，对接环焊缝的内外表面禁止产生凹坑； b） 焊缝内外表面咬边深度不超过 0.5mm；对存在的咬边应进行打磨、圆滑过渡，打磨后的焊缝和母材不得低于设计所要隶的规定厚度。

序号	检查项目	工艺质量要求
3	主蒸汽管道焊缝目视目视检验	除其他设计文件和图纸中有规定外，应按照下列条件验收： 焊接前的坡口 坡口的熔合区表面上不应有裂纹和类似裂纹、锈蚀和其它影响质量的气孔，夹渣等缺陷。 允许平行于表面的夹层最大尺寸应小于 25mm。 焊缝的验收标准 焊缝表面应圆滑平整、无裂纹、未熔合、未焊透、咬边，凹坑、以及不允许的气孔、夹渣等缺陷。
4	核二、三级设备的焊缝目视检验	验收标准一般按有关设计技术说明书的要求，仅当上述条件没有明确规定验收标准时，可参照下列条件验收： 焊接前的坡口 坡口的熔合区表面上不应有裂纹和类似裂纹、锈蚀和其它影响质量的气孔，夹渣等缺陷。 允许平行于表面的夹层最大尺寸应小于 25mm。 焊缝及热影响区域 焊缝表面应圆滑平整、无裂纹、未熔合、未焊透、咬边，凹坑、以及不允许的气孔、夹渣等缺陷。

（2）钢结构焊缝

序号	检查项目	工艺质量要求
1	1.核级支吊架焊缝目视检验 2.核一级设备支撑焊缝目视检验	除其他设计文件和图纸中有规定外，焊缝按下述要求验收： a） 不允许存在裂纹； b） 对于 1/4 焊缝长度，角焊缝长度允许小于规定的 1.5mm,如果超过尺寸的焊缝不影响配合的零件，则超过尺寸的角焊缝是可接受的； c） 对于角焊缝，在任何一定长度中允许有**mm 的未熔合，对开坡口的焊缝，不允许有未熔合。对角焊缝和开坡口焊缝来说，发生在焊接过程中（开始和结束）的端部为圆形的显示，不应认为是未熔合，并且是不相关的。 d） 如果焊缝的尺寸和熔合满足标准，则焊瘤是可接受的。当焊瘤中的熔合度不能确定时，在任何 100mm 长度内，允许焊瘤长度为**mm。 e） 当焊缝尺寸符合标准时，允许存在弧坑；如果不存在裂纹，则在焊缝规定长度以外的弧坑是非相关的。 f） 咬边的可验收条件要求如下： 当材料公称厚度小于等于 10mm 时，对于整个焊缝在焊件的单个面上允许咬边深度为**mm,或者一半焊缝的单面上允许**mm。对于 1/4 焊缝长度，在焊件的同一面上允许**mm。对双面焊接的焊件，咬边存在于焊件的同一平面上，则咬边的累计长度不得超过单面所允许的长度。如果熔穿在母材上造成孔洞是不允许的。 当材料公称厚度大于 10mm 时，整个焊缝长度上允许咬边深度为**mm；对于 1/4 焊缝长度，在焊件的两个面上允许**mm；但焊缝或咬边仅存在于焊件的一个面上或者不在同一平面上，对于整个焊缝来说，允许咬边深度可从**mm 增加到**mm。 g） 仅当表面气孔的主要尺寸超过 5mm 时，才应认为是相关。角焊缝和开坡口焊缝的表面气孔在下列情况下不予验收：

序号	检查项目	工艺质量要求
		随机气孔的直径总和在任何长度范围内超过 10mm,或任何 300mm 范围内超过 19mm； 4 个或 4 个以上气孔成直排列，其边缘间的距离小于或等于 1.5mm。 h） 除了焊缝长度可能超过规定的以外，焊缝的长度和位置应符合图纸的规定。对于长度小于 75mm 的焊缝，允许的长度偏差为 3mm；焊缝长度等于或大于 75mm 时，允许的长度偏差为 6mm。间断焊缝的间隔应在规定位置的 25mm 以内。 i） 如果目视检测没有发现裂纹，则电弧触发以及由此在焊缝或母材上产生缺陷是可接受。 j） 主要表面尺寸等于或小于 3mm 的夹渣是相关。焊缝清理以后，残留在焊缝上且其主要尺寸不超过 6mm 的孤立夹渣是可接受（当夹渣在一条焊缝上不超过一个或 75mm 长的焊缝段上不超过 1 个，则该夹渣认为是孤立）。清理以后残留的在焊缝表面上的飞溅物是允许存在的。

2.11.5.1.2 工艺控制要求

（1）核级/非核级管道焊缝无损检测比例

核 1、2 级管道焊缝（包括仪表管）检测比例应按下表执行。

表：核 1、2 级管道焊缝（包括仪表管）检测比例

适用范围	核 1、2 级管道焊缝（包括仪表管）		
检验项目 / 检验时机	VT	PT	RT
焊接前（坡口）	100%	材料厚度≥50mm 时：100%； 其它：不要求	不要求
焊接过程中	100%	接管座和主管之间的焊缝： 逐层 100%； 其它：不要求	不要求
焊后	100%	100%	1.环（纵）向焊接接头 100%； 2.全焊透角接焊缝连接公称直径 DN>100 的支管和管道连接件时 100%； 3.其它焊缝不要求。
注：（1）当接头部分的结构不允许进行 RT 检测时，可以用 UT 代替，但缺少适用的射线照相设备时不应是这种替代的正当理由； （2）除接管座和主管之间的焊缝外，其它焊缝焊接前和焊接过程中的 VT 检验主要指焊前坡口及组对尺寸的符合性检查和焊接过程中的焊工自检及相关的巡查，并非标准和技术条件的强制要求，不要求出具相关的检查报告； （3）如焊缝需进行热处理，所有的焊后无损检验必须在热处理完毕 48 小时后进行。			

核 3 级管道焊缝（包括仪表管）检测比例应按下表执行。

表：核 3 级管道焊缝（包括仪表管）检测比例

适用范围	核 3 级管道焊缝（包括仪表管）； 所有位置在墙内、楼板内和无法检修的非安全级管道焊缝。		
检验项目 检验时机	VT	PT 或 MT	RT
焊接前（坡口）	100%	材料厚度≥50mm 时： 100%； 其它：不要求	不要求
焊接过程中	100%	不要求	不要求
焊后	100%	100%	DN>100,从主蒸汽隔离阀至连接核岛与常规岛贯穿件（包括贯穿件）之间管道对接焊缝 100%； DN>100,从连接核岛与常规岛的贯穿件（包括贯穿件）至主给水隔离阀之间的对接焊缝 100%； DN>50 且设计温度>400°C 的环（纵）向焊接接头 100%； DN>50 且壁厚大于 19mm、设计温度 175°C一400°C、设计压力>7.1MPa 的环（纵）向焊接接头 100%； 全焊透角接焊缝连接公称直径 DN>100 的支管和管道连接件时 100%； 其它环（纵）向焊接接头 10%。
注：（1）当接头部分的结构不允许进行 RT 检测时，可以用 UT 代替，但缺少适用的射线照相设备时不应是这种替代的正当理由； （2）除接管座和主管之间的焊缝外，其它焊缝焊接前和焊接过程中的 VT 检验主要指焊前坡口及组对尺寸的符合性检查和焊接过程中的焊工自检及相关的巡查，并非标准和技术条件的强制要求，不要求出具相关的检查报告； （3）如焊缝需进行热处理，所有的焊后无损检验必须在热处理完毕 48 小时后进行。			

非核级管道焊缝（包括仪表管）检测比例应按下表执行。

表：非核级管道焊缝（包括仪表管）检测比例

适用范围	非核级管道焊缝（包括仪表管）。		
检验项目 检验时机	VT	PT 或 MT	RT
焊接前（坡口）	100%	不要求	不要求
焊接过程中	100%	不要求	不要求
焊后	100%	设计温度>400°C 的环（纵）向焊接接头、焊接的支管接头、角焊缝 100%； 设计温度 175°C一400、设计压力>7.1MPa 的环（纵）向焊接接头、焊接的支管接头、角焊缝 100%；	DN>50 且设计温度>400°C 的环（纵）向焊接接头 100%； DN>50 且壁厚大于 19mm、设计温度 175°C一400°C、设计压力>7.1MPa 的环（纵） 向焊接接头 100%； DN>100 且设计温度>400°C 的焊接支管接头 100%；

		氢气管道 100%； D 级管道和直埋管道焊缝 50%； 其它所有焊缝 5%。	支管 DN>100 且支管壁厚大于 19mm、设计温度 175°C～400°C、设计压力>7.1MPa 的焊接支管接头 100%； 氢气管道 100%； 其它环（纵）向焊缝 5%。
注:（1）当接头部分的结构不允许进行 RT 检测时，可以用 UT 代替，但缺少适用的射线照相设备时不应是这种替代的正当理由；（2）除接管座和主管之间的焊缝外，其它焊缝焊接前和焊接过程中的 VT 检验主要指焊前坡口及组对尺寸的符合性检查和焊接过程中的焊工自检及相关的巡查，并非标准和技术条件的强制要求，不要求出具相关的检查报告；（3）如焊缝需进行热处理，所有的焊后无损检验必须在热处理完毕 48 小时后进行。			

2.11.5.1.3 抽检原则

所有不要求 100%进行的检验，均可按照同焊工、同安全级别的原则进行抽检；

管道和仪表管的抽检应分开进行；

焊缝抽检以条为单位进行；

每个无损检验批次焊缝数量原则上不得超过 40 条，每个批次自第一条焊缝被计入开始，时间跨度不得超过 30 天；

每个无损检验批次至少应抽检一条焊缝；

抽检的焊缝如有 n 条焊缝检验不合格，则应在该批次中再抽取 2n 条焊缝进行检验，如再次抽检的焊缝中仍存在检验不合格的情况，则本批次应做 100%检验；

施工队需编制本部门的无损检验抽检总表。该总表应包含但不限于以下内容：焊缝编号、图纸号、焊缝无损检验批号、焊缝安全级别、焊接日期、是否抽中、检验日期、是否合格等。

2.11.5.1.4 返修控制要求

如发现焊缝中存在不允许的缺陷时必须清除，必要时应进行返修。焊缝可以使用原焊接工艺规程进行返修，也可以选用其它适用的焊接工艺规程进行返修。焊缝返修所用的焊接材料和对焊工的技能要求与原焊缝要求相同。焊缝返修完成后，应按原焊缝的要求重新进行检验，并做好记录。返修补焊次数不得超过规定要求，详见下表。

表：焊缝返修允许次数对照表

中文名称	文件编码	适用部位	同一部位允许返修次数
驱动机构焊接技术条件	***	控制棒驱动机构	1
核 1 级管道焊接技术条件	***	核 1 级管道	1
核 2 级管道焊接技术条件	***	核 2 级管道	1
核 3 级管道焊接技术条件	***	核 3 级管道	1
反应堆冷却剂管道焊接技术条件	***	反应堆冷却剂管道	1
波动管焊接技术条件	***	反应堆冷却剂波动管	1
碳钢及低合金钢焊接技术条件	***	结构模块及钢结构	2
机械模块焊接技术条件	***	机械模块	2
安全壳机械贯穿件焊接技术条件	***	安全壳机械贯穿件	2
堆顶组件焊接技术条件	***	堆顶组件	2
核级支吊架焊接技术条件	***	核级管道支吊架	2
非核级支吊架焊接技术条件	***	非核级管道支吊架	2

中文名称	文件编码	适用部位	同一部位允许返修次数
非核级管道焊接技术条件	***	非核级管道	2
核 1 级设备支撑焊接技术条件	***	核一级设备支撑	2
双相不锈钢焊接技术条件	***	结构模块	2
不锈钢焊接工作程序	***	不锈钢部件	2

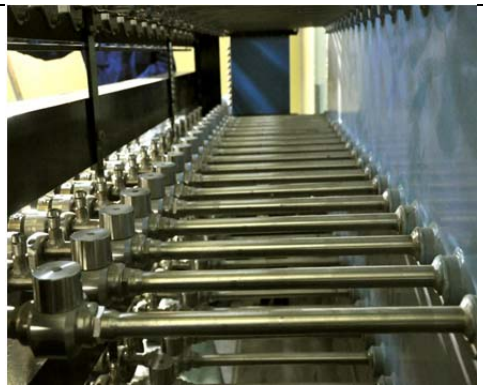
此对照表中上游技术条件及项目部焊接工作程序按照最新版执行，除非另有说明，对于适用部位不在对照表中的返修允许次数按照 1 次执行。

2.11.5.2 工艺样板及实施要点

在工作开展前期需策划工艺样板，制作工艺卡，为长周期施工提供标准化施工模板。工艺样板可在场外单独设置，也可将首个成品作为样板，根据员工培训需求而定。工艺样板形成后，设置展板，展板内容包括施工工艺及质量要求（工艺卡），将内容转化成二维码，供员工学习。

本工程焊接专业拟确认施工项目作为工艺样板：

序号	样板项目	实施要点
1	 主管道焊接	初始焊道清晰，尺寸均匀，无明显外观缺陷。
2	  管道焊接	焊道纹路整齐，尺寸均匀。

3	 仪表管焊接	仪表管道整体整齐美观，错落有致。

示范图片：

案例：

亮点工程：焊接及无损检测

一、焊接工艺控制要点

确保焊接质量合格、观感精美。对各焊接工序、不同材质的母材、不同的焊接方法，焊接工艺控制的要点如下：

1.1 碳钢、低合金钢的焊前预热

等效厚度范围（单位：mm）	预热宽度范围（单位：mm）
0＜e≤10	15
10＜e≤40	1.5e
40＜e≤100	60
100＜e≤200	0.6e
＞200	120

（1）在不同接头形式的等效厚度 e（单位：mm）下，预热的宽度不应小于下表的宽度：

（2）在焊接操作前，应对规定的预热区域进行预热。

（3）在整个焊接过程中预热过程不应中断，并在整个过程进行监测。

（4)等效厚度大于 40mm 的，在未做消除应力处理状态下规定的最小抗拉强度 Rm 小于 440MPa 的钢种，推荐的预热温度最低为 100℃。

（5）等效厚度大于等于 20mm 的，在未做消除应力处理状态下规定的最小抗拉强度 Rm 大于或等于 440MPa 的钢种，推荐的预热温度最低 125℃。

（6）等效厚度大于 15mm 或规定的抗拉强度高于 450MPa 的除铬钢和含量不低于 0.5%Cr-0.5%Mo 的铬-钼钢之外的低合金钢，推荐的预热温度最低 125℃。

（7）等效厚度大于 15mm 或规定的抗拉强度高于 400MPa 的铬钢和铬-钼钢，推荐的预热温度为 150℃-300℃。

1.2 钨极氩弧焊（碳钢、低合金刚焊接）

（1）待焊坡口表面和邻近区域足够的宽度范围内（如无特殊规定，应至少为 15mm），应洁净，无水、氧化物、油污和其他有害杂质。

（2）组对时，对于环形部件，应将错边（尤其是内错边）均匀分配到各个方向。

（3）环境温度低于-10℃时禁止施焊，待焊部件温度应至少保持在+5℃以上，为避免内应力引起裂纹，焊后要缓慢冷却。

（4）氩弧焊工作场地风速大于 2m/s 时，要有防风措施。

（5）焊接用的氩气纯度不应低于 99.99%，并经验收合格。

（6）管子焊接宜采用钨极氩弧焊进行打底焊，并根据厚度选用钨极氩弧焊或焊条电弧焊填充。

（7）焊接过程中，应严格按照焊接工艺规定的参数要求进行焊接操作，确保保护气体的流量符合焊接工艺的规定，并控制好施工作业环境温度和湿度等要素。

（8）应避免焊丝与非熔化极（钨极）接触，防止产生夹钨或非熔化极烧损。

1.3 焊条电弧焊（碳钢、低合金刚焊接）

（1）管道焊接时，对于需使用焊条电弧焊的，应先采用钨极氩弧焊进行打底焊，然后再使用焊条电弧焊填充盖面。

（2）焊条电弧焊焊接时，风速不应大于 8m/s。在雨雪天气施焊时，应采取防护措施。

（3）使用焊条电弧焊焊接应严格遵守焊接工艺相关参数规定。

（4）对于承载焊缝，宜采用窄焊道焊接（焊条摆动范围不大于焊条芯直径的 3 倍）。

（5）焊道表面应连续，厚度均匀，并与邻近焊道的表面圆滑过渡。

1.4 碳钢、低合金钢的焊后热处理工艺要求

（1）热处理操作人员应进行专业培训方可从事热处理相关工作。

（2）对于不同类型的钢种，应按要求控制消应力热处理温度和在该温度下的保温时间，以及需要进行消应力热处理的最小厚度。

（3）热处理升温速率、保温温度、保温时间和降温速率应按照焊接工艺热处理参数执行。

（4）对于筒体环焊缝，焊缝每一侧（从焊缝最宽处算起），达到热处理温度的最小加热宽度不应少于焊缝厚度或 50mm 两个数值的较小值。

（5）计算保温时间参考的焊缝厚度为：对接接头为接头横截面的厚度，角焊缝为焊喉厚度，支管为支管和设备之间焊缝的最大厚度。当含有上述几种类型焊缝的焊接件进行消除应力热处理时，厚度应为其中的最大厚度。

（6）加热速度（冷却速度）应足够缓慢。在 350℃以上时，形状简单的部件的加热（或冷却）速率不应超过下列数值：

焊接件厚度（e）	加热（冷却）速率
e≤25mm	220℃/h
e＞25mm	两者中的较大值： 1）220℃/h 除以部件厚度与 25mm 的倍数值 2）55℃/h

（7）被处理件上各点所“获得的温度”与设定的保持温度之间的最大允许偏差为±15℃（采购规范中有不同的允许温差除外）。

1.5 钨极氩弧焊（奥氏体不锈钢）

（1）背面保护应持续到焊缝获得足够厚度（至少 4mm 的熔覆层厚度），以防止背面氧化。

（2）当在厚度小于 5mm 的奥氏体不锈钢零件表面焊接时，背面应采用惰性气体保护。根据焊接工艺的不同，该厚度限值可适度增加。

（3）层间温度按照工艺评定试验中最高层间温度进行控制。

（4）保护气体为纯氩时，其纯度应不低于 99.99%。

1.6 厚壁管道氩电联焊工艺（碳钢、低合金刚）

（1）钨极氩弧焊作为打底焊，焊条电弧焊进行填充和盖面。

（2）钨极氩弧焊使用的保护气体纯度应不低于 99.99%。

（3）对于承载焊缝，焊条电弧焊宜采用窄焊道焊接（焊条摆动范围不大于焊条芯直径的 3 倍）。

（4）焊接过程中，应严格遵守焊接工艺各项参数规定，确保符合工艺要求。

1.7 厚壁管道氩电联焊工艺（奥氏体不锈钢）

（1）坡口的制备方法应与相应的焊接工艺评定保持一致，坡口形式、尺寸信息应与设计图纸规定相一致。

（2）钨极氩弧焊作为打底焊，焊条电弧焊进行填充和盖面。钨极氩弧焊时要做好背面气体保护工作，防止背面氧化。

（3）焊接时确保焊接工艺参数在规定的范围内。

（4）焊条电弧焊推荐使用窄焊道。

1.8 焊材采购及复验

（1） 焊材的供应商必须是合格供应商，并严格按批准合格的采购技术说明书进行采购；

（2）焊材复验须按“批”进行，“批”指焊材必须带有相同的商标且必须来自同一炉号.

1.9 无损检测

（1）涉及的无损检测主要有：目视检验（VT）、液体渗透检验（PT）、射线检验（RT）、磁粉检验（MT）、超声波检验（UT）、泄漏检验（LT）等。无损检测区域应包括母材待焊表面和熔敷金属，无填充材料的焊缝应检测熔合区。1、2 级对接焊缝应进行 100%的表面检验和体积检验。

（2）对于碳钢 3 级非管道焊缝：待检焊缝的全长按其相同性分批（同一焊接工艺、同一母材厚度、同一焊工），至少抽检 10%的长度。焊缝交叉点（包括十字焊缝和丁字焊缝）应进行 100%的射线检验。被检交叉点焊缝的长度不计算在要求检验的焊缝长度的 10%的部分中。

（3）对于碳钢 3 级管道焊缝：对每批焊缝抽样检验 10%：同一工艺，同一焊工或操作工完成的为同一批；对同一批每 10 条焊缝中的一条进行 100%检验；焊缝交叉点（包括十字焊缝和丁字焊缝）应进行 100%的射线检验。如果在抽检中发现有超过验收标准的缺陷，则应对该批焊缝进行 100%的检验。然而对于手工焊而言，当发现一个不合格缺陷时，应对同一批的另外 2 条焊缝或不合格焊缝的两端进行加倍检验，如果仍发现一个或多个不合格缺陷，则应对该批进行 100%的检验。

（4）NA 级焊缝（插套焊焊缝除外）:条件和上述（3）和（4）相同，所不同的是：对同一批每 20 条焊缝中的 1 条进行 100%的检验（对非管道焊缝为每批焊缝总长的 5％）。如果发现超标缺陷则应对该批的另外 2 条焊缝或不合格焊缝的两端进行加倍检验，如果任一条焊缝中仍有超标缺陷，则应对整批焊缝进行 100%的射线检验。

（5）2、3 级插套焊缝

在一定期间内（至少一周，最多一个月）完成的焊缝总数为同一批（同一焊工或操作工，同一工艺方法，同一母材和同一规范级，2、3 级可以分在同一组）。对每 100 条焊缝中的 3 条进行 100%检验。如果其中一张胶片显示不合格缺陷，则应对该不合格缺陷前后的两条焊缝进行射线检验。如果这些胶片显示出一个或多个不合格缺陷，则应在同一批焊缝中再取 4 条焊缝进行射线照相检验。如果有关的胶片仍发现有不合格缺陷，则应对该批所有焊缝进行 100%的射线检验。

（6）3 级贮罐焊缝的抽样方法:应对焊缝（包括焊缝交叉点）进行以下抽样检验：待检焊缝的

全长（指容器，不包括管道）按其相同性分批（同一焊接工艺，同一母材厚度，同一焊工）；至少抽检 10%的长度，和十个交叉点中至少抽查一个。被检交叉点焊缝的长度不计算在要求检验的焊缝长度的 10%的部分中。如果在抽样中发现超标缺陷，则应对有关批的焊缝进行 100%的检查。

二、示范图片



不锈钢大厚壁 T 型坡口组对



不锈钢大厚壁管层间焊接



电气贯穿件层间 PT



电气贯穿件焊接完成

2.11.5.3 焊接质量通病及防治措施

制定各工序质量控制重点难点、质量通病防治措施，并在施工中严格执行，减少直至避免质量通病的发生，不断提高质量工艺水平。焊接主要质量通病治理措施：

序号	质量通病	可能影响因素	质量影响因素的预控措施
1	裂纹	人员：无证施焊；未严格执行工艺文件。机械：焊机故障；仪表不准。材料：焊接材料不合格；用错焊接材料。氩气纯度底，管道材质错用。 方法：焊材未烘干或不符合要求；未使用保温筒；坡口、间隙不正确；对口错误；对接管壁厚不一致；表面清理不干净；焊接工艺不正确；未按要求进行预热、焊后处理；无焊接工艺卡。 环境：环境气温低；风沙大；雨、雾天施焊；夜间焊接照明不好；焊接位置差。	控制焊材发放，进行光谱分析，防止错用； 进行焊前预热； 采取焊后缓冷或热处理。
2	夹渣		严格按工艺卡施焊； 控制清根质量； 保持现场清洁； 采取防风措施； 确保设备完好。
3	气孔		按规定对焊材进行烘干； 配备焊条保温筒； 采取防风措施； 控制氩气纯度； 焊接前进行预热处理；
4	未焊透		检查坡口角度及加工质量； 控制组对间隙；

序号	质量通病	可能影响因素	质量影响因素的预控措施
			控制焊接电流电压； 对电焊机仪表进行检定。
5	未熔合		组对后由技术人员检查对口错边量； 对管子壁厚不一致进行过渡处理； 控制电流、电压。
6	外观成型差		检查坡口角度、组对间隙； 检查对口错边量，对管子壁厚、外径不一致的进行过渡处理； 控制焊接层数； 按工艺卡控制电流、电压；

2.11.6 成品保护措施策划

2.11.6.1 施工工艺控制要点

成品保护是指在施工过程中，对工程物项的维护、保养、检查验证等保护措施，防止工程物项发生损坏或影响质量。

工程物项采取“谁的物项，谁保护”、“谁的物项，谁检查”、“谁施工，谁采取特别防护”的原则。

2.11.6.2 物项保护清单

依据设计文件、标准及规范相关要求，结合现场实际进展，对所管理的物项范围进行辨识和梳理，建立保护清单，清单中应包括以下内容：物项名称、物项编码、数量、分级、通用/重要、专业、区域（房间）、安装（接收）日期、责任人、保护方案（措施）、成品保护卡、执行状态等。

2.11.6.3 成品保护分级

根据物项保护清单将成品保护分为通用保护项目和重要保护项目两级。

1）通用保护项目

通用保护项目按照《核电厂物项包装、运输、装卸、接收、贮存和维护要求》EJ/T 564-2006要求分为A、B、C、D 四级。

A 级物项对环境条件特别敏感，需要对环境温度超出限值、温度突变、湿度、震动、冲击、重物压载、机械损伤及气体污染物（雨、雪、灰尘、盐雾和有害气体）等采取特殊防护措施。应贮存在阻燃、防风雨、墙面光滑、地面平整，并设置空调和空气过滤装置的建筑物中，其对应湿度控制在小于80%，物项应置于架子或具有良好通风条件的其他设施上。

B 级物项对环境条件敏感，对极端的环境温度条件、湿度、冲击、机械损伤和气体污染物等，应采取防护措施。应贮存在阻燃、防风雨、地面平整，通风条件好的建筑物中，其温度控制在4℃～45℃范围内，相对湿度控制在小于85%。

C 级物项应避免暴露于环境和气体污染物中，避免遭受冲击、机械损伤，其防潮要求可低于B级物项。应贮存在地面平整、通风条件好的室内或等效环境中，能防风雨、能防洪、排水好。

D 级物项对环境条件的敏感性比C 级小，它仅需避免雨淋、冲击、气体污染物及机械损伤等。对 D 级物项无特殊贮存要求的，可以贮存在室外场地或贮存棚内，贮存场地应有统一规划，并有标记。

2）重要保护项目

重要保护项目是指物项采取通用保护措施后，达不到设计或设备规范书中对物项的保护指标及设备说明书中必须采取特殊保护措施的项目。重要保护项目必编制专项保护方案，提前策划，从设备出厂到调试运行进行全过程保护。

2.11.6.4 成品保护措施

1）通用保护措施

通用保护项目需编制通用保护方案，是针对不同专业、不同物项存在状态编制的通用保护方案。包括保护材料准备、保护场所、保护措施、安全注意等。满足一般对雨淋、冲击、气体污染物、机械损伤、有害腐蚀、防失效等保护要求。如采用接触式保护剂、封盖、堵头、密封胶带等保护。

2）重要保护措施

重要保护项目需编制专项保护方案，方案包括设计图纸或设备规格书中必须采取特殊的保护措施，应体现物项在运输、仓储、施工、调试等时期的具体保护措施，包括保护材料准备、保护场所、保护措施、检查记录、检查要求、安全注意等。同时应建立成品保护卡，成品保护卡至少包括物项信息、保护措施、检查要求等。

2.11.6.5 设备维护保养

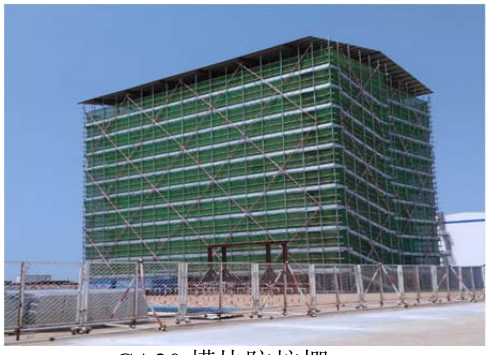
为确保设备自出厂、运输、仓储、建安至调试全过程得到良好的维护保养，在工程建设期成立专项组织，主动参与到设备出厂验收、开箱检验、设备仓储阶段维护保养、建安阶段维护保养、调试阶段维护保养活动中，实现对设备维护保养工作的全过程控制，预防设备因保养不到位而导致损坏、降级。

设备维护保养重点关注电器仪表、电池、泵等转动设备、开关柜、精密机械、有特殊要求的物项（充氮、通电等）。设备维护保养应制定通用和专项方案，方案内容包括建立维护保养台账、制定维护保养计划、编制与设备 EOMM 相符符合维护保养要求。专项组织应对设备维护保养执行情况进行检查，包括维护保养记录卡悬挂于现场设备、记录满足方案要求、记录异常情况跟着、现场设备状态（包装、防腐、封堵、充氮、通电状态等）。

2.11.6.6 示范案例



CA01 模块防护棚



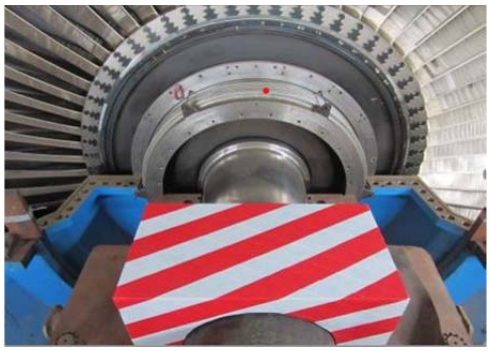
CA20 模块防护棚



模块引入成品保护



精密设备保护



汽轮机大轴就位保护



管道封口保护

2.11.7 质量记录填写要求

(1)施工质量记录的填写应以量化为原则，填写实测数据，不能只填写“合格”、“满足规范要求”、“符合设计要求”等抽象的主观评定意见。

(2)各相关方的验收意见应以文字简述的方式，简述验收情况。如：“施工单位自检记录”原则上以文字简述的方式填写：“监理（建设）单位验收记录”应简述验收情况，如“抽查试验报告 xx 份，结果合格”、“抽查 xx 组，结果满足要求”等。

(3)试验与检验、质量记录填写典型示例：

1）试验报告样表

表 屋面蓄水试验记录表（示例）

工程名称	XXXX 厂房 XX 部位	施工单位	XXXX 公司	试验日期	XXXX 年 XX 月 XX 日
试水方法	蓄水法		图号	XXXXXXXXXXXX	
工程试验部位及检查情况记录	工程部位：XXXXX 根据设计排水坡度 i=X% 试验蓄水时间为 XX 小时 试验蓄水深度为 XXXmm 检查情况：蓄水 XX 小时后，经检查 XXXX 厂房 XX 部位一次蓄水试验无渗水现象，检验合格。				
试验结论	检验合格，符合要求。 XXXX 年 XX 月 XX 日				

签　　证　　栏		
试验人员	项目专业质量检查员	专业监理工程师 （建设单位项目专业技术负责人）
XXX	XXX	XXX

2） 质量记录样表

表 钢筋安装工程检验批验收（示例）

编号：XXXXXX

单位（子单位）工程名称									
分部（子分部）工程名称			XXX 混凝土结构			分项工程名称		钢筋	
施工单位			XXXX 公司		项目负责人	XXX		检验批容量	XX 件板，XX 件梁
分包单位			/		分包单位项目负责人	/		检验批部位	XX 厂房 XX 部位
施工依据			《混凝土结构施工规范》GB 50666-2011			验收依据		《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015	
验收项目					设计要求及规范规定	样本总数	最小 / 实际抽样数量	检查记录	检查结果
主控项目	1	受力钢筋的牌号、规格和数量			第 5.5.1 条	/	/	质量证明文件齐全，牌号、规格、数量符合要求 数量符合要求、	√
	2	受力钢筋的安装位置、锚固方式			第 5.5.2 条	57	全/57	共 57 处，全检，合格 57 处。	√
一般项目	1	钢筋安装允许偏差 mm	绑扎钢筋网	长、宽	±10	27	3 / 3	抽查 3 处，数值分别为 X、X、X，合格 3 处。	100%
				网眼尺寸	±20	27	3 / 3	抽查 3 处，数值分别为 X、X、X，合格 3 处。	100%
			绑扎钢筋架	长	±10	30	3 / 3	抽查 3 处，数值分别为 X、X、X，合格 3 处。	100%
				宽、高	±5	30	3 / 3	抽查 3 处，数值分别为 X、X、X，合格 3 处。	100%
			纵向受力钢筋	锚固长度	-20	57	6 / 6	抽查 6 处，数值分别为 X、X...，合格 6 处。	100%
				间距	±10	57	6 / 6	抽查 6 处，数值分别为 X、X...，合格 6 处。	100%
				排距	±5		/	/	/
			纵向受力钢筋、箍筋的混凝土保护层厚度	基础	±10		/	/	/
				柱、梁	±5	30	3 / 3	抽查 3 处，数值分别为 X、X、X，合格 3 处。	100%
				板、墙、壳	±3	/	/	/	/

			绑扎箍筋、横向钢筋间距		±20	/	/	/	/
			钢筋弯起点位置		20		/	/	/
			预埋件	中心线位置	5	/	/	/	/
				水平高差	+3,0	/	/	/	/
施工单位检查结果					以文字的形式简述验收过程及结果，得出“验收合格”结论 施工员：XXX 质检员：XXX　　XXXX 年 XX 月 XX 日				
监理（建设）单位验收结论					以文字的形式简述验收过程及结果，得出“验收合格”结论 专业监理工程师：XXX （建设单位项目专业技术负责人）　　XXXX 年 XX 月 XX 日				

表 分部工程质量验收记录（示例）

编号：XXXXXX

单位（子单位）工程名称		XX		结构类型及层数	剪力墙，×层	
施工单位	××××公司	技术部门负责人	×××	质量部门负责人	×××	
分包单位	-- -=	分包单位负责人	--	分包技术负责人	--	
序号		子分部（分项）工程名称	分项工程（检验批）数	施工单位检查评定	验收意见	
1	1	无支护土方	5	符合要求	基础分部的各子分部工程验收均符合有关规范规定要求。各种原材料合格证及进场复试报告符合要求，混凝土强度试验报告符合设计要求。	
	2	地基处理	2	符合要求		
	3	混凝土基础	10	符合要求		
	4	砌体基础	5	符合要求		
	5	地下防水	4	符合要求		
2	质量控制资料		检查 42 项，齐全有效。		合格	
3	安全和功能检验（检测）报告		检查 6 项，符合要求		合格	
4	观感质量验收		观感质量好		同意施工单位评定	
参加验收单位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位		
	（公章） 单位（项目）负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 总监理工程师：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 单位负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 单位（项目）负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日		

表 子单位）工程验收记录（示例）

编号：XXXXXX

工程名称	XXX	结构类型	剪力墙	层数/建筑面积	XX 层/XX ㎡
施工单位	XXXXX 公司	技术负责人	XXX	开工日期	xxxx 年 XX 月 XX 日
项目经理	XXX	项目技术负责人	XXX	竣工日期	xxxx 年 XX 月 XX 日

序号	项目	验收记录	验收结论
1	分部工程	共 9 分部，经查 9 分部 符合标准及设计要求 9 分部	经各专业分部工程验收,工程质量符合验收标准。
2	质量控制资料核查	共 46 项，经审查符合要求 46 项， 经核定符合规范要求 46 项	质量控制资料经核查共 46 项均符合有关规范要求。
3	安全和主要使用功能核查及抽查结果	共审查 26 项，符合要求 26 项， 共抽查 11 项，符合要求 11 项， 经返工处理符合要求 0 项	安全和主要使用功能共核查 26 项均符合要求，抽查其中 11 项使用功能均满足要求。
4	观感质量验收	共抽查 23 项，符合要求 23 项， 不符合要求 0 项	观感质量验收为好。
5	综合验收结论	经对本工程综合验收各分部（分项）工程符合设计要求，施工质量满足有关施工质量验收规范和标准要求，单位工程竣工验收合格。	

参加验收单位	建设单位	监理单位	施工单位	设计单位
	（公章） 单位（项目） 负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 总监理工程师：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 单位负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日	（公章） 单位（项目） 负责人：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日

表 单位（子单位）工程观感质量检查记录（示例）

编号：XXXXX

工程名称	XXXX 厂房			施工单位	XXXX 公司												
序号	项目		抽查质量状况												质量评价		
															好	一般	差
1	建筑与结构	室外墙面	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	O	√		
2		变形缝	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
3		水落管、屋面	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
4		室内墙面	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	O	√		
5		室内顶棚	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
6		室内地面	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		

7		楼梯、踏步、护栏	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
8		门窗	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
1	给排水与采暖	管道接口、坡度、支架	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
2		卫生器具、支架、阀门	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	
3		检查口、扫除口、地漏	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
4		散热器、支架														
1	建筑电气	配电箱、盘、板、接线盒	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	O	√		
2		设备器具、开关、插座	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
3		防雷、接地	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
1	通风与空调	风管、支架	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
2		风口、风阀	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
3		风机、空调设备	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
4		阀门、支架	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
5		水泵、冷却塔	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
6		绝缘	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
1	电梯	运行、平层、开关门	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
2		层门、信号系统	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
3		机房	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
1	智能建筑	机房设备安装及布局	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
2		现场设备安装	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
3																
观感质量综合评价			好											好		
检查结论		该工程观感质量验收符合要求。 施工单位项目经理:：XXX　　总监理工程师：XXX XXXX 年 XX 月 XX 日　　（建设单位项目负责人）:XXX XXXX 年 XX 月 XX 日														

2.12 绿色建造策划

绿色施工在保证安全、质量、工期及成本受控的基础上，以最大限度节约资源、减少污染为目标，本着绿色环保、生态文明，创建资源节约型、环境友好型社会的原则，把节能、环保的要求落实到工程建设的每一个环节。绿色施工应贯穿工程建设的全过程。建设单位应制定绿色施工总体策划并提出可量化的目标值，建设单位以及各参建单位应制定绿色施工实施细则、方案及管理制度，将绿色施工纳入设计计划、施工组织设计、专业技术方案及措施等相关技术文件中。

绿色建造施工水平从绿色施工管理、环境保护、节材与材料利用、节水与水资源利用、节能与能源利用、节地与土地资源利用等五个维度进行评价。

2.12.1 绿色施工管理

包含组织管理、策划与实施管理、人力资源健康保障和评价管理等。

案例：某工程现场绿色施工管理方法如下：

(1)制定完善的适合本工程的《绿色施工管理制度》、《绿色施工教育制度》、《绿色施工检查评估制度》、《绿色施工环境保护管理制度》、《绿色施工资源消耗统计制度》、《绿色施工奖惩制度》、

《食堂管理制度》、《洒水清扫制度》、《限额领料制度》、《环境管理计划书》等。

(2)在进行施工前设立健全的绿色施工组织结构，配备绿色施工管理人员，并建立组织机构相关人员的安全生产责任制。

(3)每月组织绿色施工教育，开展学习宣传相关绿色施工法律、法规活动、分层次组织管理人员、职工进行学习，使广大干部职工认识责任和义务，增强节约意识。增强全员“绿色施工”的意识，提高全员综合素质，使每个施工者和管理者从自我做起，自觉爱护施工现场的一草一木，节约用水、用电、用纸，不乱扔废弃物，保持现场环境整洁，是实现“绿色施工”的基础。

(4)识别本工程施工过程中可能存在的浪费因素或可能节约的因素，并进行资源消耗统计，控制不利影响，最大限度地节约资源。

(5)对施工现场进行每日的安全文明绿色施工检查，对不合格的必须整改。

(6)将在易产生职业病危害的作业岗位和设备、场所设置警示标识和警示说明。

(7)具有齐全的绿色施工策划文件；

(8)现场设立清晰醒目的绿色施工宣传标识；

(9)开展绿色施工批次和阶段评价，并记录完整，评价频次符合要求；

(10)在实施过程中，相关责任人应对自己所管区域内的绿色施工亮点进行拍照，并将照片进行分类整理保存；工程项目的概况、绿色施工实施过程采用的新技术、新材料、新设备及四节一环保创新点等相关内容应进行录像。覆盖面满足要求，所有绿色施工相关的影像资料定期由资料员进行刻盘并存档；

(11)应用建筑业十项新技术，重视五新技术应用；

(12)签订分包或劳务合同时，包含绿色施工指标要求。

(13)其他绿色施工资料收集

1)绿色施工方案

2)绿色施工方案交底

3)地基与基础阶段、主体施工阶段企业自评报告

4)绿色施工阶段性汇报材料

5)绿色施工示范工程培训记录

6)粉尘检测数据台账，按月绘成曲线图，进行分析

7)噪音监控数据台账，按施工阶段、时间绘成曲线图，分析

8)水质（分现场养护水、排放水）监测记录台账

9)安全密目网进场台账，产品合格证等

10)废弃物技术服务合同（区环保），化粪池、隔油池清掏记录

11)水质（分现场养护水、排放水）检测合同及抽检报告（区环保）

12)基坑支护设计方案及施工方案

13)与劳务队伍签订的料具使用协议、钢筋使用协议

14)料具进出场台账以及现阶段料具报损情况分析

15)钢材进场台账、废品处理台账，以及废品率统计分析

16)砼浇筑台账，对比分析

17)现场施工新技术应用总结，新技术材料检测报告

18)现场临时用水平面布置图及水表安装示意图

19)现场各水表用水按月统计台账。

20)砼养护用品（养护棉、养护薄膜）进场台账

21)现场临时用电平面布置图及电表安装示意图

22)现场各电表用水按月统计台账，并按地基与基础、主体结构两个阶段进行分析

23)塔吊、施工电梯等大型设备保养记录

24)节能灯具合格证（说明书）等资料、节能灯具进场使用台账

25)食堂煤气使用台账，并按月进行统计、分析

26)现场各阶段施工平面布置图，含化粪池、隔油池、沉淀池等设施的做法详图，分类形成施工图并完善审批手续

27)现场活动板房进出场台账

28)现场用房、硬化、植草砖铺装等各临建建设面积（按各施工阶段平面布置图）

29)变频设备台账及说明书

30)涉及绿色施工的主要检测、试验报告（如竣工环境验收检测报告、饮用水检测报告、废水检测报告、有人值守房间室内空气检测报告等）

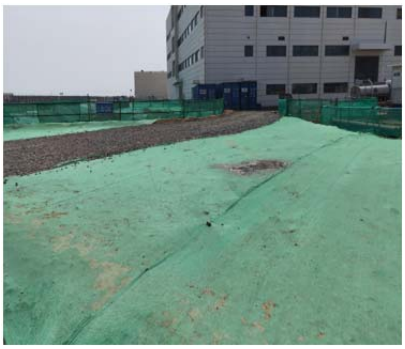
2.12.2 环境保护

包括扬尘控制、废气排放控制、噪声振动控制、光污染控制、水污染控制、土地及土壤保护、固体废弃物及建筑垃圾控制、危化品及放射源控制、地下设施、文物和资源保护、电磁辐射控制。例：

警示标识牌	
环境保护标识牌	
职业病危害告知牌	



现场道路的路面喷淋、喷雾系统，有效消除现场扬尘





裸露地面铺设密目网和碎石





配备焊烟净化器的 SAS 棚、现场配置的空气循环净化器

2.12.3 节材与材料利用

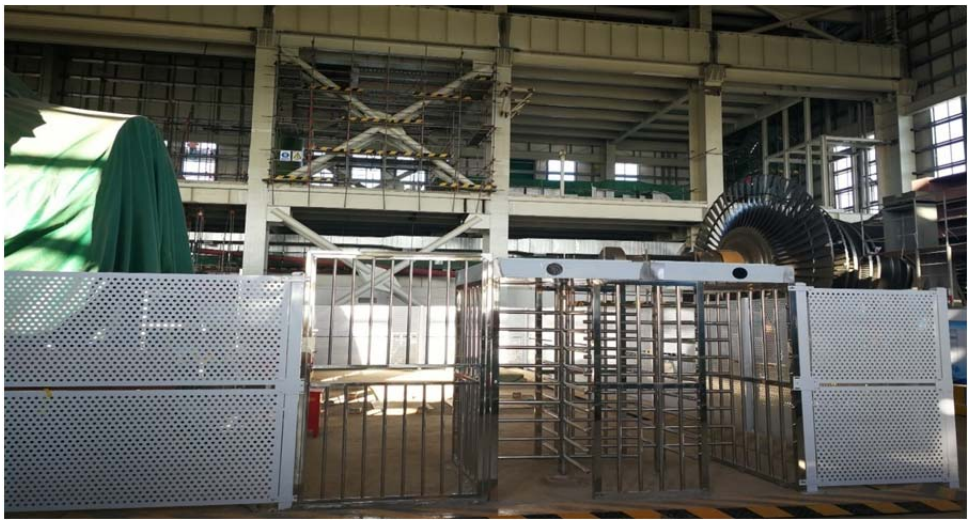
包括材料的采购与使用、临建设施材料使用、钢筋与钢结构使用、脚手架及支撑体系使用、模板使用、混凝土使用、面、块材镶贴、保温材料使用、资源再生利用、材料包装物回收。例：



石方弃渣宜用于加工机制砂和粗骨料




标准化、可重复利用的安全防护设施



现场大量使用活动隔离板，符合绿色施工的节材要求

2.12.4 节水与水资源利用

包括用水计量管理、定额管理、节水器具使用、节水施工工艺、混凝土养护、砂浆搅拌用水、管网和用水器具严密性、可再利用水回收、非传统水源、循环水再利用、再利用水的水质检测。例：




砼覆膜养护　　水循环利用系统



节水型洗手器具

2.12.5 节能与能源利用

包括能源计量与控制指标、设备机具使用、临时用电和临时设施、能耗少的施工工艺。例：



空调节能设备





风光能节能灯、集控室节能等布置

2.12.6 节地与土地资源利用

包括施工总平面图管理、施工用地利用率、交通道路和搅拌用地等。例：



做好施工总平面布置方案优化



砼搅拌集中供应



厂区道路永临结合

2.13 安全文明施工与环境保护策划

2.13.1 安全体系

建立健康（Health）、安全（Safety）与环境（Environment）于一体的核电建设项目 HSE 管理体系。旨在确保核电建设过程中的安全、健康和环境保护，通过制定严格的管理规定、操作程序和应急措施，全面防范和控制各类风险和隐患。强调预防为主、领导承诺、全员参与和持续改进的科学管理思想，注重从源头上消除或减少事故和污染的发生。在核电建设项目中，HSE 管理体系发挥着至关重要的作用，它不仅能够保障施工人员的生命安全和身体健康，还能有效保护周边环境和生态系统，实现核电建设与环境保护的和谐共生。

2.13.2 重要危险源与风险评估

核电工程在危险源辨识方面要求全面、专业且动态地进行，确保覆盖所有潜在风险点，由专业人员采用科学方法辨识，并随着工程进展不断更新。管控措施则需具有针对性、有效性和系统性，针对辨识出的危险源制定具体措施，确保措施经过验证并有效执行，同时形成完整的预防、控制和应急响应体系。

典型重要危险源：

序号	事故类别	施工活动	危险源	可能导致的伤害	风险等级	应对措施
1	高处坠落	核岛屏蔽墙施工	1、未对作业人员进行安全交底； 2、高空作业不系安全带、穿硬底鞋。	砸（摔）伤、死亡	1	1、必须按规定对现场工人进行三级安全交底； 2、工作人员必须高空作业时必须佩戴个人安全防护用品。
		各厂房主体结构施工	1、未对作业人员进行安全交底； 2、平台、护栏等临时设施搭设不符合安全管理规定； 3、高空（临边）作业不系安全带、穿硬底鞋。	砸（摔）伤、死亡	1	1、必须按规定对现场工人进行三级安全交底； 2、按规定要求架设平台、护栏、脚手架，定期进行验收和维护； 3、工作人员高空作业时必须佩戴个人安全防护用品。
2	起重伤害	大型设备、结构模块吊装	1、设备故障：吊装设备可能因过载、机械故障、缺乏维护、使用不当或环境因素（如强风）等发生故障，导致吊装工具掉落、物品损坏或人员伤亡。 2、不稳定物品：吊物捆绑、紧固、吊挂不牢或不平衡，索具打结不牢、不整齐或斜拉重物，以及棱角吊物与钢丝绳之间无衬垫等情况。 3、自然因素：吊装作业受风、雨、雪、霜、雾等天气条件的影响，这些天气条件可能会导致物品不稳定，增加作业风险。	死亡、重伤	1	1、定期全面检查吊装设备，确保其处于良好状态；严格执行设备操作规程，避免过载使用；加强设备维护，及时更换磨损部件；在恶劣天气下暂停作业，确保设备安全。 2、确保吊物捆绑牢固、平衡，使用合适的吊索具；避免索具打结不牢、不整齐或斜拉重物；对棱角吊物与钢丝绳之间加衬垫，防止磨损；在吊装前进行试吊，确认吊物稳定性。 3、密切关注天气预报，避免在恶劣天气下进行吊装作业；在作业现场设置风速监测装置，当风速超过安全标准时立即停止作业；加强作业现场的安全监控，确保及时发现并应对潜在风险。

序号	事故类别	施工活动	危险源	可能导致的伤害	风险等级	应对措施
3	坍塌	深基坑开挖、支护	1、深基坑的开挖深度较大，土体的稳定性受到多种因素的影响，如土质、地下水位、气候变化等。坍塌事故一旦发生，可能导致人员伤亡和财产损失。 2、基坑边缘堆载不当、放坡过陡、支护不到位或降排水措施不足也可能引发基坑坍塌。	死亡、重伤	1	1、进行详细的土质勘察，了解土壤的物理和化学性质，评估其稳定性。 2、根据勘察结果，选择合适的支护结构，如钢支撑、混凝土支撑等。 3、设计合理的排水系统，确保在施工过程中能够及时排除地下水。 4、定期进行基坑的变形、位移监测，及时发现异常情况并采取相应措施。
		高支模	1、高支模支撑结构失稳或材料质量不达标可能导致坍塌。 2、设计和施工不规范、超载使用或未进行必要的检查和维护也可能引发坍塌事故。	死亡、重伤	2	1、严格按照设计图纸和施工规范进行高支模支撑结构的搭建。 2、使用质量达标的材料，并对其进行定期检查和维护。 3、避免超载使用高支模，确保其承载能力。
4	触电	临时用电施工	1、电工不按规定穿戴劳动保护用品； 2、电气设备、电气材料不符合规范要求，绝缘受到磨损破坏； 3、施工现场电线架设不当、拖地、与金属物接触、高度不够、漏电保护器失灵。	死亡、重伤	2	1、加强劳动保护用品的使用和管理及用电知识的宣传教育； 2、施工现场应按规范要求高度搭建机械设备，并安装相应的防雷装置； 3、根据不同的施工环境正确选择和使用安全电压。
5	火灾	各施工阶段	1、临时用电设施、防护不符合要求； 2、动火作业防护不到位，火星溅落； 3、易燃易爆物品无专用仓库，私自堆放； 4、生活区私拉乱接电源线，使用大功率电器。	死亡、重伤	2	1、建立消防安全管理制度； 2、施工现场管理人员对作业人员进行安全技术交底，严格按照交底施工； 3、配备足够的消防灭火器材，并进行检查以保证各灭火器处于有效时段，由专职安全员监督； 4、严格执行作业许可审批制度，加强动火管控； 5、易燃易爆物品按化学性质分类存放于危险品仓 库，设置警示标志； 6、规范使用临时用电，严 禁私拉乱接。

序号	事故类别	施工活动	危险源	可能导致的伤害	风险等级	应对措施
6	车辆伤害	车辆运输	1、无证驾驶场内机动车辆； 2、未按要求控制车速，拐弯、进出口未减速鸣笛； 3、载货超高、超重、超宽； 4、驾驶车辆前未对车辆进行检查、车辆带病作业。	死亡、重伤	2	1、作业人员必须接受岗位安全教育，熟悉岗位危险源及其防范措施； 2、驾驶人员必须通过有关部门的安全培训考核，取得相应的操作资格证书； 3、作业人员使用前必须对车辆进行全部安全检查，保证车辆自身安全； 4、出入口、转弯处设置警示标识； 5、货物不得超高、超重、超宽。
……	……	……	……	……	……	……

2.13.3 安全保证措施

2.13.3.1 安全设施设计

建设项目中安全设施的重要性及其设计、施工、投入使用的原则，投资应纳入项目总概算。预防事故类的设施，如检测报警、设备安全防护、防爆、防辐射、防静电、防噪音、通风、防护栏和防灼烫等，以及事故控制类的设施，如安全阀、紧急备用电源和排放、吸收、中和、冷却等设施，还有防火灾蔓延及灭火设施，其设计均需符合规范要求。

2.13.3.2 安全设施标识

核电厂用于安全监测的各类报警设施、检测设备及仪器的设计、安装和使用需符合国家规范。包括温度、噪声、粉尘报警，可燃及有毒有害气体、氧气检测，风速、风向、光照度、辐射报警，以及安全检查与数据分析设备。设备设施的安全防护设施，如防护罩、防护屏、各类限制器、制动设施、防雷防潮等设施，以及电器过载保护、静电接地等，其设计、安装和使用同样需遵循国家规范。安全监测与防护设施应配备符合规范的标识信息牌，确保标志醒目。

2.13.3.3 工业安全

1）现场孔洞、临边的护栏、盖板

施工或生产区、公共区域的孔洞、沟槽封闭防护要求。

2）钢平台、栏杆、直爬梯及护笼

施工或生产区、公共区域的临边防护要求。

3）有限空间安全要求

有限空间的辨识、气体检测、监护等安全管理要求。

4）地下或洞室照明、通风

各场所照明通风要求。

2.13.3.4 消防

消防器材配置、易燃易爆及危险品仓库、易燃易爆物品的箱罐及气体管道防静电接地、建（构）筑物防雷接地的管理要求。

2.13.3.5 特种设备

特种设备一般要求、起吊设施限位和区域群塔防碰撞监控系统的管理要求。

2.13.3.6 应急设施

自然灾害监测预警设施、应急信息化系统的管理要求。

2.13.3.7 辐射防护

辐射防护管理制度、辐射防护设施/设备、辐射控制区、辐射测量仪表/个人剂量计的管理要求。

2.13.3.8 安全目标及制度规程

安全管理目标、安全生产责任书管理、安全管理制度及操作规程的管理要求。

2.13.3.9 人员资格与培训环境应急

人员持证上岗、安全培训记录管理的管理要求。

2.13.3.10 隐患排查治理

安全风险分级管控、隐患排查治理、安全监督检查的管理要求。

2.13.3.11 作业控制

1）特种作业、危险作业安全技术措施

2）备用电源、不间断电源及保安电源

3）调试、生产阶段工作许可制度

4）危险品运输、储存、使用管理制度

2.13.3.12 应急管理

应急管理体系的建立、应急预案的编制和实施要求。

2.13.3.13 职业健康监测

值班场所室内环境检测、生活饮用水水质、工作场所危害因素及控制措施公示管理要求。

2.13.3.14 安全目标完成情况

1）安全目标的定义、分类、内容

2）安全目标完成情况证明文件

2.13.3.15 辐射防护管理

1）辐射防护大纲及辐射防护管理制度

2）高辐射风险工作辐射防护计划或方案

3）辐射水平调查、放射源和射线探伤、放射性物品运输和贮存

4）辐射事故/事件调查报告制度及应急响应预案

5）辐射工作人员、放射源管理员资质

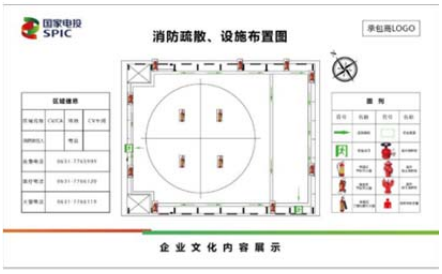
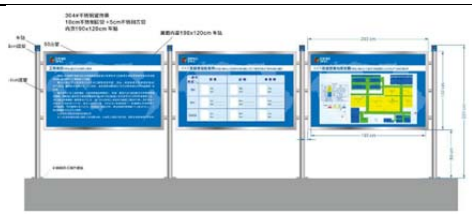
2.13.3.16 主要安全管理资料

按照工程记录和档案管理要求，收集、分类、保存、归档。

2.13.4 文明施工

条款	内容	图例
一般规定	1）施工单位严格落实文明施工的标准及要求，作业现场应符合现行国家法律、法规、标准、规范的要求，并执行业主、总包和地方政府发布的《安全文明施工标准化规范》等相关文件。 2）监理单位、公司督促施工单位健全文明施工的各项管理制度，定期、不定期进行文明施工检查。	

条款	内容	图例
	3）文明施工蕴含在整个施工现场生产生活过程中，主要内容包括： 现场围挡；封闭管理；施工现场；材料管理；现场办公及住宿；现场防火；综合治理；标识标牌；生活设施；卫生与防疫。	
现场围挡及封闭管理	1）施工现场进出口应设置大门，并应设置门卫值班室； 2）应建立门卫值守管理制度，并应配备门卫值守人员； 3）施工人员进入施工现场应佩戴工作胸卡； 4）施工现场出入口应标有企业名称或标识，并设置车辆冲洗设施。	
施工现场	1）施工现场的主要道路及材料加工区地面应进行硬化； 2）施工现场道路应畅通，路面应平整坚实； 3）施工现场应有防止扬尘措施； 4）施工现场应设置排水设施，且排水通畅无积水； 5）施工现场应有防止泥浆、污水、废水污染环境的措施； 6）施工现场应设置专门的吸烟处，严禁随意吸烟； 7）温暖季节应有绿化布置。	
材料管理	1）建筑材料、构件、料具应按总平面图布局进行码放； 2）材料应码放整齐，并应标明名称、规格等； 3）施工现场材料码放应采取防火、防锈蚀、防雨等措施； 4）建筑物内施工垃圾的清运，应采用器具或管道运输，严禁随意抛掷； 5）易燃易爆物品应分类储藏在专用库房内，并应制定防火措施。	 

条款	内容	图例
现场办公及住宿	1）施工作业、材料存放区与办公、生活区应划分清晰，并应采取相应的隔离措施； 2）在建工程、伙房、库房不得兼作宿舍； 3）宿舍、办公用房的防火等级应符合规范要求； 4）宿舍应设置可开启式窗户，床铺不得超过2层，通道宽度不应小于9m；	
	5)宿舍内住宿人员人均面积不应小于2.5㎡，且不得超过16人； 6）冬季宿舍内应有采暖和防一氧化碳中毒措施； 7）夏季宿舍内应有防暑降温和防蚊蝇措施； 8）生活用品应摆放整齐，环境卫生良好。	
现场防火	1）施工现场应建立消防安全管理制度，制定消防措施； 2）施工现场临时用房和作业场所的防火设计应符合规范要求； 3）施工现场应设置消防通道、消防水源，并应符合规范要求； 4）施工现场灭火器材应保证可靠有效，布局配置应符合规范要求； 5）明火作业应履行动火审批手续，配备动火监护员。	 
标识标牌	1）大门口处应设置公示标牌，主要内容应包括：工程概况牌、消防保卫牌、安全生产牌、文明施工牌、管理人员名单及监督电话牌、施工现场总平面图（简称五牌一图）； 2）标牌应规范、整齐、统一； 3）施工现场应有安全标语； 4）应有宣传栏、读报栏、黑板报。	 

条款	内容	图例
生活设施	1）应建立卫生责任制度并落实到人； 2）食堂与厕所、垃圾站、有毒有害场所等污染源的距离应符合规范要求； 3）食堂必须有卫生许可证，炊事人员必须持身体健康证上岗； 4）食堂使用的燃气罐应单独设置存放间，存放间应通风良好，并严禁存放其他物品；食堂的卫生环境应良好，且应配备必要的排风、冷藏、消毒、防鼠、防蚊蝇等设施； 5）厕所内设施数量和布局应符合规范要求，厕所必须符合卫生要求； 6）必须保证现场人员卫生饮水； 7）应设置淋浴室，且能满足现场人员需求； 8）生活垃圾应装入密闭式容器内，并及时清理。	 

2.13.5 环境保护

2.13.5.1 一般规定

1）施工单位应执行国家、地方的环境保护相关法律、法规、标准和规定，包括但不限于中华人民共和国固体废物污染环境防治法等，对工作范围内的环境保护管理负全面责任，建立并落实环境管理相关规章制度，杜绝环境污染事件的发生。

2）施工现场应制定防粉尘、防噪声、防光污染、防水污染、 防固体废料污染等管理措施和标准要求，减少对临近居民的干扰，确保生态环保目标的实现。

3）监理单位、公司应对施工现场生态和环境保护管理情况进行监督检查。

2.13.5.2 管理要点

序号	管理要点	管控要求
1	垃圾管理	（1）施工现场必须搭设封闭式垃圾分拣站，按要求处置建筑施工过程中产生的固体废弃物。 （2）施工垃圾及生活垃圾分类清理、运输。 （3）生活垃圾应装入密闭式容器内，并及时清理，食堂设置简易有效的隔油池并加强管理，定期清掏冲刷，以免造成污染。
2	污水管理	基坑、材料堆放区，临时道路灯施工现场应设置排水设施，雨水、污水分流排放。定期组织人员对与地面连通的结构预留孔洞进行排查、检修，确保水流畅通。
3	大气污染	土石方作业必须采取防尘措施，对于裸露的场地或集中存放的土方，必须进行覆盖。
4	施工噪音	噪音排放执行现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523），敏感点噪声执行《声环境质量标准》（GB3096）1 类标准。夜间噪声最大声级超过限制的幅度不得高于 15dB（A）。
5	光污染	施工现场大型照明灯的安装应有俯射角度，设置挡光板控制照明灯的照射角度，防止直射光线直射非作业区域；电焊作业应当采取遮板措施，避免电焊眩光外泄。

序号	管理要点	管控要求
6	车辆冲洗设备	施工现场大门进出口必须按照工程建设管理要求安装车辆自动清洗设备、污水处理沉淀池、排水沟、截水沟，确保车辆外出不污染城市道路。
7	泥浆管理	工程建设过程中的泥浆排放、处置必须遵守交通、交警、城管、水务等部门的规定，防止污染环境。施工现场应采用泥浆净化设备及浆液分离设备。
8	现场油污	施工现场应设置隔油、收集油污设备，杜绝设备、燃料油污污染地面。

2.14 智能建造策划

2.14.1 应用目标

（1）履约完成建设单位智慧建造实施要求，提交完整的竣工文件和系统。

（2）辅助总承包管理，借助智能建造相关设备提供的数据，提升项目各部门协同合作能力，加强总承包和众多专业分包之间的协作。

（3）组织各专业分包，基于模型完成施工阶段各专业的深化设计，提高现场施工效率、减少材料损耗及浪费。

（4）借助智能建造手段辅助提高项目质量、安全的监管与控制能力。

2.14.2 应用范围

（1）应用智慧建造平台进行管理，按建设单位要求提交智慧建造资料，包括：提交竣工后更新完毕的智慧建造的施工工程及隐蔽工程关键设备及材料的相关数据信息（平台数据），三维模型，提交项目完工后发包人要求的重点区域的虚拟仿真漫游资料。

（2）在施工过程中通过应用智慧建造全程把控施工工艺、施工质量、施工进度及造价等关键性指标，根据整体施工计划进行模拟施工，按周提交上传智慧建造施工数据至平台，并按月通过智慧建造平台提交实时施工工程量、施工造价等的相关报告、完成智慧建造月度自评。

（3）在施工组织设计中制定施工过程中应用智慧建造全程指导施工的方案计划，达到通过智慧建造技术管控施工质量、进度及造价的工作目标；为完成与本工程信息化工程对接，在信息化工程承包人进场后，需每月按要求提交与工程施工进度相匹配的数据至建设单位。

2.14.3 岗位职责

序号	职务	职责
1	项目经理	积极推动智能建造技术的引进及推广应用工作。结合项目实际，提出智能建造工作开展的目标与方向。协助项目经理领导项目智能建造工作小组。
2	项目总工程师	负责项目智能建造工作小组的建设，人员分工，全过程的管控、监督与考核。负责制定项目智能建造管理相关制度措施体系，使智能建造应用的标准规范及推广落地。负责审核智能建造技术的工作计划、工作流程、工作方案。结合项目实际，优化智能建造工作开展的目标与方向。统筹协调各部门、各专业智能建造管理工作。
3	智能建造工作小组	确保本工程准确的模型建立及信息的添加。负责完成相关演示、宣传的文件。统筹和管理各分包方智能建造团队施工深化设计模型和施工过程模型，方便各专业间模型互用。负责各专业的综合协调工作（阶段性管线综合控制．专业协调等）。负责项目与智能建造相关的其他多专业或部门的沟通。负责对外数据接收或交付，配合业主及其他相关合作方检验，并完成数据和文件的接收或交付。工程完工后整合项目全生命周期内智能建造相关数据，提交竣工模型。
4	其他分包专业	根据总承包方给出的进度计划，在规定时间内提交各专业合约 范围内的施工深化设计模型和施工过程模型。核对各专业图纸，将问题反馈至总承包方。

序号	职务	职责
		积极参与总承包方组织的智能建造协调会议，解决专业间协调问题。 在项目全生命期内配合总包智能建造团队完成相关智能建造工作。

2.14.4 设施部署

2.14.4.1 硬件配置

配备台式工作站和移动式工作站，其中台式工作站用于模型的建立、深化设计等工作，移动工作站用于室外或者汇报、会议工作。

2.14.4.2 软件配置

在智能建造技术应用过程中所需的软件均配备齐全，且均与软件供应商签订续约合同。

2.14.5 管理及体系保障

编制《智能建造实施策划方案》，制定合理的资金计划，确保必要的资金投入，完善资金投入制度，保证各项智能建造应用项的有效实施。做好智能建造应用项的创效策划、引导、实施、分析及总结推广，提升工程项目创效能力水平，提高企业劳动生产效率。加大智能建造人才队伍建设。有计划地组织开展新一代信息技术专业知识和技能培训，制定专项智能建造和信息化人员培养建设方案。

2.14.6 基础应用

2.14.6.1 HSE 管理

1）作业风险预警

在现场实现区域网格化和施工作业信息的电子化。区域网格化是将核电工程现场划分为网格状区域，以便更好地管理。施工作业信息电子化则是将施工活动按照风险大小进行分类，并与具体区域网格关联。通过这些步骤，可以在平面图中实时展示各区域网格中各类施工作业活动的数量和分布情况，进而实现施工分布状态的信息化展示。

2）安全教育

建设安全教育系统，包括入场培训、无纸化考试、VR 体验以及退场功能。入场培训是施工人员进入核电工程现场的必经环节，分为长期培训和临时培训。无纸化考试则作为入场培训的重要检验手段，通过线上考试平台对参训人员进行考核，确保他们真正掌握所学知识。VR 体验则是一种创新的安全教育方式，通过模拟施工现场实际场景，让施工人员身临其境地感受安全风险，提高他们的安全意识和自我保护能力。退场环节则分为正常退场和非正常退场，施工人员需按照现场规定的要求提交退场手续，相关信息和档案将被保留存档。对于非正常退场人员，系统将根据其处罚情况自动判断并提醒。

3）HSE 监督检查

HSE 监督检查功能主要包括隐患分类、分区分专业监督、隐患整改闭环管理以及重复性隐患统计四个方面。

隐患分类：按照事故后果类型或管理要素对隐患进行了详细分类，并列举了具体的标准一级要素和二级要素，如现场作业环境和条件、现场安全与应急设施等，以便对隐患进行准确识别。

分区分专业监督：强调了隐患排查或 HSE（健康、安全与环境）监督检查的全面性和专业性。通过区域网格化和隐患分类，实现了在平面区域和专业隐患类型上的全面覆盖。同时，系统还设置了隐患排查或 HSE 监督检查计划，并能够对计划的执行情况进行自动预警，确保隐患排查工作的

有效实施。

隐患整改闭环管理：包括发现、录入、传递到确认关闭的完整管理过程。系统具备预警和提醒功能，能够在隐患的接收、关闭等多个环节进行提前预警或逾期提醒，确保隐患得到及时整改。

重复性隐患统计：能够记录责任单位、区域和分类信息，并实现同类型隐患的统计分析。同时，系统还能启用重发隐患提醒功能，当在相同区域、相同责任单位录入与系统中已有隐患重复时，提醒录入人员和系统管理员，及时采取管理措施。

4）安全监测

劳务实名制管理系统：利用人脸识别和红外测温技术实时统计进出施工现场的人员信息，并上传至后台进行大数据分析，为考勤、教育培训、防疫健康监测等提供依据。

智能安全帽：施工人员佩戴装载智能芯片的安全帽，配合数据采集软件，实时收集人员位置信息并上传至后台管理系统，同时提供语音安全提示，有助于现场管理和决策。

二维码技术：应用于劳务实名制管理、人员教育与交底、实测实量展示等方面，通过扫描二维码实时读取和上传管理平台的相关数据文件，加强施工现场安全管理。

5G 可移动建筑从业者健康检测分析平台：依托 5G 技术，集成劳务管理系统，提供信息化、移动化和远程化医疗服务，快速测定进场人员身体健康信息，为施工现场务工人员提供医疗保障。

高支模监测：对高大模板支撑系统进行沉降和位移实时监测，预防垮塌事故的发生，监测数据实时反馈至后台，若超过警戒值则进行预警或报警干预。

深基坑监测：监测基坑支护及周边环境的安全信息，包括支护结构变形、地下管线变化等，数据实时反馈至后台，并根据变化情况进行综合分析，预防事故的发生。

群塔防撞监控系统：在核电工程土建施工阶段，为避免塔吊间及塔吊与构筑物的刮碰，布置群塔防撞监控系统，进行防碰撞计算，并根据结果进行报警或切断不安全方向动作的电源。

5）许可证管理。

核电工程施工现场的许可证管理系统主要包括许可证的申请/审批、执行和关闭，以及实时展现与统计功能。系统涵盖许可证的申请/审批、执行、关闭以及实时展现与统计功能，通过在线审批提高效率和管理水平。明确需在线审批的许可证类型，作业实施中有对应管理要求，执行完毕后可线上提交关闭申请。系统还能实时展示和统计各区域各类许可证的状态数据。

2.14.6.2 施工管理

1）进度管理

容量：软件需能够处理预计的项目数量、资源需求以及同时管理的项目数量。

文件编制和联机帮助功能：软件的用户手册应具备可读性、逻辑性，提供详细的联机帮助，包括丰富的举例说明和高级性能说明。

操作简易性：软件应具备直观的用户界面、合理的菜单结构、便捷的快捷键、清晰的彩色显示、适量的信息显示、简易的数据输入和修改功能，以及高质量的打印输出和一致的屏幕显示。

可利用的功能：软件应包含工作分析结构、甘特图和网络图等功能，具备资源平衡算法，能够排序和筛选信息、监控预算、生成定制日程表，并协助跟踪和控制。同时，软件应能检测资源配置不当并提供解决方案。

系统的兼容能力：软件应能与多种常见软件包进行统一，包括数据库和电子数据表等，具备通过电子信箱向文字处理和图形软件包转入信息的能力。

安装要求：软件对计算机硬件和软件有一定的要求，包括存储器、硬盘空间、处理速度和能力、图形显示类型、打印设置以及操作系统等。

报表功能：软件应提供核电工程建设所需的各类报表，支持自定义版式和输出格式，涵盖计划、进度计划和成本报表，以及任务、资源、实际成本、承付款项、工作进程等内容的报表。

安全性能：软件应具备较高的安全性，包括限制对项目文件和数据资料的访问方式。

2）机械设备管理

塔吊安全监控及吊钩可视化系统：集成了群塔防碰撞、吊重监测、吊钩可视化显示、驾驶员身份识别以及远程监控报警等功能。通过智能化和可视化的手段，有效减少了群塔作业中的安全隐患。

升降机安全监控系统：集成了人脸识别、楼层呼叫及显示、载重及倾斜度监测、防冲顶预警以及远程实时监测等功能。能够高效实现建筑升降机的实时安全监控与预警，有效降低了升降机的安全风险。

卸料平台安全管理系统：具备超载监测、声光报警以及远程平台实时查询及报警等功能，有助于管理和检查卸料平台的安全状况，进一步降低了安全风险。

大型机械（龙门吊）监测系统：通过在龙门吊上加装传感器，该系统能够实时采集并传输现场使用数据，对关键数据进行实时监测，并在超标时及时预警。这有助于控制设备运行过程中的危险因素和安全隐患。

机械设备管理系统：实现了对机械设备从采购验收、调配、安全维保到使用率、完好率、成本情况的全面监控，有助于提升设备的管理效率和使用效益。

计量设备管理系统：实现了对公司所有核电项目计量设备的统一管理及控制，包括器具库管理、器具台账、过程管理等功能模块。它能够及时反映计量器具的使用状态和有效期状态，并支持二维码扫描查询和共享相关信息。

3）材料管理

现场物料验收管控系统：结合软硬件与互联网，全方位管控物料验收，防作弊、实时监控、自动生成数据，规范收发料，降低管理难度，提升监控效率。

自动计量系统：融入信息技术，自动收集、分析计量数据，实时远程监控，提高效率，减少误差，支持数据共享与分析，助力决策。

预制构件跟踪管理平台：实时跟踪管控预制构件各环节，确保质量与进度，提供生产状态、完成量统计，移动端跟踪，PC/Web 端分析管理。

MRO 物资采购平台：中建云筑商城整合优质供应商，提供零散材料在线采购，降低成本，节省时间，确保采购合规安全。

构件跟踪管理系统：实时跟踪预制构件各环节，通过质量、时间管控确保施工，提供构件状态、进度偏差统计，移动端跟踪，PC/Web 端管理。

4）技术管理

穹顶制安数字技术：通过建立模型计算，确保穹顶吊装平衡与安全。

BIM 技术碰撞检查：在核电建设中应用 BIM 技术，检查专业间碰撞，保障施工进度。

核电砂石料智能监控：智能系统识别异常情况，自动控制并预警，提升效率。

BIM 施工模拟：利用 BIM 技术进行大跨度钢结构施工模拟，优化方案，提高效率。

BIM 辅助方案编制：三维建模直观表述施工重难点，辅助方案编制与指导。

BIM 装配式机房：基于 BIM 技术的装配式机房施工流程，提高施工效率，降低成本。

钢结构智慧制安：采用 BIM 软件深化设计，结合 ERP 系统与仿真软件，实现钢结构智能制造与智慧安装。

3D 技术应用：3D 打印复杂构件模型，进行施工模拟与创新研发，助力项目快速平稳施工。

5）现场管理

慧眼 AI 智能监控系统：通过摄像头视频数据采集和行为识别算法，实现施工人员工装规范监督、环境异常危险预警、辅助安全文明巡检等功能。自动识别未穿戴安全装备的人员，进行抓拍、语音警示，并推送违规信息给项目管理人员。结合电子围栏和移动定位技术，对特定区域和对象进行封闭管理和实时位置追踪。在防火重点区域，该系统还能与消防系统联动，实现火灾预警和自动灭火。

人工智能行为识别监控系统：基于视频数据采集和行为识别算法，对施工现场的违规行为进行识别、警示和管理。包含多种 AI 组件，如安全带识别、安全帽识别、反光背心识别等，能够针对不同违规行为进行预警和语音提示。还能识别人员跌倒、打架斗殴和长时间静止等异常情况，及时启动预警，保障人员安全。

720 全景现场管理辅助技术：通过无人机采集现场数据，生成全景图像，为项目管理人员提供全面、实时的现场情况掌控。它有助于施工过程留底、项目形象进度资料存档，并为决策提供数据支撑。

高处临边作业预警系统：通过集成平台实时监测高处临边作业的防护状态，一旦防护被破坏，立即报警提醒，辅助消除安全隐患，降低安全风险。

智能烟感监测系统：实时监测施工现场、宿舍、办公等区域的消防安全状况，一旦发生火灾，及时报警。它采用低功耗、无需布线的智能烟感器，通过手机短信、APP、电话等多重信息推送方式，实现实时监控和自动巡查。

智能广播系统：支持定时广播、人体感应播报功能，并与智能监控报警系统联动，实现自动报警和远程无线应急广播喊话。它可用于现场管理的可视化语音播报，提高管理效率。

6）绿色施工

施工环境监测及喷淋控制系统：集成了温湿度仪、颗粒物浓度仪等设备，实时监测施工现场的扬尘、气象条件和噪音水平。通过与降尘喷淋系统的联动，系统能够智能控制自动喷淋，有效减少扬尘污染。

可控渣土装载扬尘抑制装置：搭载于渣土车上的设备，控制和清除建筑垃圾装卸过程中产生的扬尘。通过吸尘装置收集扬尘，并将其存储在集尘箱内，同时排出处理过的空气。可调节宽度，便于移动，有效避免了渣土车在装载过程中灰尘的扩散。

车辆未清洗检测系统：在施工现场工程车辆进出口安装远程视频监控设备，自动抓拍未冲洗的车辆，并形成车辆进出场台账。对于违规车辆，系统可下达反向停止作业命令或自动关闭出入口闸机，直至车辆完成冲洗。

7）智慧工地管理

智慧工地管理主要实现目标有：协同工作间的信息快速传递；企业发展方向的准备把控；项目资源的优化配置；项目风险的准确预测及有效管控。典型应用场景有：“项企”一体化管理数据互通、资源优化配置及风险预警管控。

2.14.6.3 质量管控

1）物项在线管理

通过 Internet 将众多 RFID（射频识别）用系统连接起来并在广域范围内对物品身份进行识别的分布式系统。将物联网技术及 RFID 应用到核电工程物项管理中将能很好地解决核电工程项目物项管理流程长、低效率、高成本的现状。

2）隐蔽工程在线监控

隐蔽工程管理系统利用隐蔽工程录像仪，在下一道工序未覆盖前，将上一道工序的施工工序、工艺、成果逐一录制，在录制的同时，将录制部位、房间号、录制时间、拍摄人等信息附在视频水印上，通过互联网上传至云端服务器，让业主或监理单位能及时便捷的对隐蔽工程施工资料进行查询，及时发现施工中存在的问题进行纠正，确保工程施工质量安全。

隐蔽工程在线监控系统包括视频采集系统、传输系统、数据存储系统、视频设备管理系统等组成，可以实现对于现场实时画面的查看以及历史画面的查询。

3）质量控制过程在线系统

在线消点系统：用于工程项目中，依据质量计划线上管理施工验收流程，包括发点、验收反馈直至计划关闭，涵盖表单、业务约定、选点和流程管理。

移动消点 App：作为网页版系统的移动端延伸，允许施工单位通过 App 发起、查看和确认质量计划消点，使用二维码确保各级检查方按顺序严格验收，提高管理效率和透明度。

4）物项不合格在线管理

在物项入场验收时，若发现不符合项，需在物项在线管理系统中标注，并在不符合项在线信息系统中填报，选择相应审批流程。处理并验证关闭后，物项方可正常出库，避免进入下一道工序。在安装阶段发现的不符合项也需填报并处理，经验证后才能进入后续环节。系统具备数据查询和统计功能，可根据不同条件筛选并输出报表

5）关键工序在线监控

使用视频在线监控手段对关键工序作业实时记录影像数据，视频监控系统由监控设备、显示器和人员通过智能闸机组成。监控人员通过后台系统对现场摄像头进行控制，对于视频状态进行监控，对于人员通行权限进行备置，对于视频资料进行调取或处理等操作，实现对关键工序作业在线管控。

6）防异物（工器具电子标签）管理。

基于 RFID 技术的工具管理系统实现对核电厂使用的各类工器具的科学管理。智慧工具管理系统了集成工控 RFID 读写设备，不影响工具器的正常使用，支持 WIFI 和蓝牙通讯，能与外业人员的手持机协同作业，可实现工器具的快速领用、归还、清点，可以通过网络实现对工器具的远程在线监控。

2.14.6.4 智慧仓储

1）智能货架

智能货架是智能仓储管理的基础。在现代智慧仓储中，合理使用货架可充分利用仓储空间，提高仓库容量利用率，扩大仓库的存储能力。放入货架的物资互不挤压，避免因为大量物资堆积造成的物资损坏。

2）仓储拣选

为了满足订单需求，需确保拣选作业快速且准确，将所需物资从仓库货架中挑选出来，并及时

送达使用者。硬件方面，要求智能物流设备状态良好，与货架相匹配，并使用包括托盘、料箱、AGV 等在内的物流周转器具。拣选方式分为人到货、货到人、货到机器三种，以及摘果式和播种式两种作业流程，以适应不同场景和需求。软件层面，则强调仓储拣选模块需具备分区拣货、订单处理等功能，并应用智能化拣货方法、先进的物资输送技术，以及基于大数据的路径规划，以提升拣选效率和准确性。

3）智能温湿度控制系统

智能温湿度控制系统由数据中心和仓库监控点组成，数据中心负责数据的接收、存储、显示、请求、预警及报表打印等工作，而仓库监控点则实时监控仓库内的温湿度数据，并能自动报警以防止事故发生。系统功能要求包括 24 小时实时连续监测、设定报警值、全中文图形显示界面以及打印报告等，以确保仓储环境的稳定和安全。

4）自动盘点策略

实现定期或临时对库存物资的实际数量清查、清点的作业。即为了掌握物资的流动情况（入库、在库、出库的流动情况），对仓库现有物资的实际数量与保管账上记录的数量相核对，以便准确地掌握库存数量。

5）图形化手持作业系统

现场作业人员能够通过手持作业设备获取仓储和作业现场各设备、物料的使用和闲置数量信息。智能图形化手持作业系统支持实时无线通讯、现场设备状态查看、现场在线风险预警、实现实时在线通讯、运行、操作、维护、风险预警，整合仓储存放和现场作业的各种资源，提高了智慧仓储的作业效率和优化资源配置水平。

6）物料编码

核电工程建设中物资管理的分类要求、编码形式及物料编码的原则。物资根据重要特性分为 A、B、C、D 四个等级及危险化学品类，实行分级管理。编码形式包括简单的顺序编码和赋予含义的赋义编码。物料编码需遵循唯一性、可使用性、规则性、可读性、通用性、可扩展性、效率性、兼容性和综合性等原则，以确保编码的唯一代表性、易于识别与记忆、规范编制、适应未来物料变化、提高操作效率，并兼容客户与供应商编码，同时配合产品、生产、采购、仓储、物料控制、财务及软件系统等各方面的使用。

7）关键重要设备定位

核电现场设有多种等级与标准的仓储设施，用于分类存放各类物资。关键重要设备在仓储中实现实时定位管理，通过精准室内外定位技术，如 RFID 标签定位，可以在 2D/3D 地图上随时查看其位置，实现有序管理。同时，物资状态可以查询，重要设备增加 GPS 或 RFID 定位硬件，无论使用或未使用状态都能准确定位。此外，系统支持视频联动，将物资位置信息与实时监控画面结合，方便管理者追溯查看物资移动轨迹。

2.14.6.5 可视化管理

1）大屏显示

用于工程建设期或生产运行阶段的指挥中心或展厅。主设备屏幕可选 LED 或 LCD，尺寸和布局根据现场房间大小确定。系统支持无限分辨率显示输出和动态扩展，构建超高清大屏综合显示监测系统。集成主流大屏控制技术，实现整体显示布局切换、无缝切换、多屏联动数据分析等功能。大屏显示内容包括进度管理、风险预警、人员设备统计图、劳务分类、环境监测、用电检测、混泥

土检测、现场监控和网格化管理等九个方面。

2）全场监控

核电工程建设及生产运行阶段的全面监控系统方案。在硬件方面，通过灵活配置多种摄像机（如球型、枪型和鹰眼等），实现了对关键位置的全面覆盖，并具备高清夜视和智能识别功能，能够侦测区域入侵和越界行为，及时触发声光震慑并推送报警信息。在软件方面，视频监控系统支持多种功能，如实时监视、动态存储、智能分析等，并配置 AI 算法，能够智能识别现场不安全或违章行为，自动报警并统计分析监控信息。系统还能集成至综合管理平台，实现地图交互调取监控视频，提升了现场管理和安全监控的效率和精准度。

3）人员定位

建设人员定位与监控系统，提升核电工程建设及类似复杂环境下的安全管理。硬件方面，系统构建了通讯网络，并配备了高精度定位设备（如通讯基站、信标、定位手环等），确保室外定位偏差在 3-5 米内，室内达到 50 厘米以下。施工人员佩戴携有定位装置的安全帽，其位置及行动轨迹得以精确捕捉。软件方面，位置感知平台兼容多种定位技术，具备室内外三维建模能力，能在三维模型上实时跟踪并显示人员位置，为管理层提供直观监督手段。系统提供二维码识别和定位标签两种定位方式，并结合电子围栏功能，实时监测人员活动范围，对异常情况发送预警提示，从而有效增强现场安全管理。

4）智能闸机

建设门禁管理系统，采用主流闸机配备多种验证方式，优化通行速度以适应高人流。硬件部署考虑现场环境与人流量，覆盖关键区域。软件功能全面，包括实时监控、权限管理、记录查询与报警联动，并与集成平台对接。系统能实时统计人员进出及分布情况，根据工种、单位、安全教育与违章情况管控。配备监控，异常即报警，形成详细台账记录，支持高效安全管理。

5）移动端发布

建设移动端发布系统，利用智能手机 APP 作为平台，APP 功能包括实时数据传输、人员实名认证、现场视频监控、人员定位、大屏数据显示及电子打卡等。通过该 APP，管理人员可远程获取施工现场信息，及时做出决策；现场工作人员可查看实时数据，提高工作效率。同时，APP 还支持违章和隐患的全流程跟踪处理，以及电子打卡功能，确保考勤信息的准确性和可靠性。

6）户外展示发布

建设户外展示发布系统，采用 LED 屏幕作为主要展示媒介，安装在施工工地主要出入口，便于进出人员查看。展示内容涵盖环境监测（如扬尘浓度、噪音指数，具备自动监控、报警及联动降尘功能）、违章人员通报（通过现场监控识别与人工排查，由指挥中心上传信息至显示屏）、紧急通知（指挥中心后台发布内容至显示屏）、用电检测（展示施工现场每日用电统计）以及人员分布（按工种网格化划分区域，显示各区域人员分布情况）。所有数据来源于集成管理平台、现场监控、施工管理模块或智能闸机采集，实现了信息的实时、远程、自动监控与展示，有助于提升施工现场的管理效率和安全性。

7）工程指挥中心

建立集通讯、指挥和调度为一体的智能化管理系统。硬件方面，指挥中心划分为多个区域，包括显示屏、操作席位区、指挥席位区、与会人员区、数据中心和控制室等，用于执行现场指挥、大数据分析、联合管理、信息决策、视频监控预览和综合调度指挥等功能，同时也可用于日常会议和

远程视频会议。软件方面，要求建立完善的系统集成管理平台，该平台需与各个模块建立统一数据标准，开放外部数据接口，具备权限划分、数据集成、存储、分析、提示、报警、展示以及与 GIS 相关联等功能，并支持协同工作和多模块数据交互。集成管理平台还需支持移动端和 PC 端操作。通过集成管理平台，项目管理人员可以查看、编辑、删除和下载其权限范围内的信息，实现统一管控和协同指挥，同时满足各参建方的协作管理需求，实现业务互联互通和数据及时共享。

8）无人机巡视

采用无人机进行核电领域的巡检任务。无人机配备多种辅助硬件，具备轻巧便携、快速拆装等特点，适合复杂环境。软件方面，视频系统功能完善，结合图像识别技术，无人机能精确识别目标并自动分析缺陷。同时，利用视频 AI 技术识别现场工作人员行为，提高巡视效果。无人机巡视扩大了范围，提高了效率，节约了成本。

2.14.6.6 信息管理

1）人员信息管理

建设核电工程建设现场的人员信息管理系统。要求包括在核电工程开展前具备建设方案，并与主体工程建设同步投用。系统应全面覆盖门禁、从业许可、诚信体系、培训教育等人员管理功能，并包含劳务工人、特种作业人员、项目管理人员等多类型人员信息。系统支持实名制登记，通过多种采集方式与行业主管部门现有人员信息管理系统对接，并与业主或总包方系统同步人员基本信息。人员信息包括基本信息、从业信息、诚信信息等，且系统能够加载业务管理流程，实现相关信息的同步更新。还包含人员身份鉴别终端、人脸识别感知终端、门禁考勤设备等终端采集装置，以及人员定位管理数据功能，如实时动态跟踪、位置显示、报警管理、运动轨迹回放等。

2）HSE 信息管理

建设智能化、高效率的 HSE 管理信息化平台。在平台建设中，需要全面梳理 HSE 管理程序，评估并识别需要信息化管理的流程，并以项目 HSE 管理为核心，切实满足一线实际执行需要。信息系统规划要从总包方 HSE 管理的全局视野出发，做好系统策划和顶层设计，并吸收已有管理模式的良好实践和问题反馈，以提升系统质量和可操作性、易用性。包含安全生产投入、职业健康、HSE 风险管理、隐患排查、HSE 工具、HSE 信息报送、应急管理、许可管理、人员管理以及 HSE 管理驾驶舱等模块。

3）质量信息管理

建设核电工程建设现场质量信息交互管理与信息技术应用管理系统。在核电项目过程中全面、充分收集内部和相关方的经验教训，并将这些经验反馈有效传递到公司相关部门和项目部。质量经验反馈信息分为内部和外部两种来源，涵盖了工程建设过程中的各种变更、不符合、隐患等。这些信息按归口管理角度进行分类，并可根据重要性和紧急程度进行分级。管理这些信息的步骤包括信息录入、可利用性评估、原因分析、行动计划建立和反馈落实。质量经验反馈信息管理系统应具备收集与评估、原因分析、过程跟踪、信息整理和状态管理等功能。

4）工程广播

工程广播系统需伴随监控设备部署，并采用网络接入方式。实现定向广播功能，确保通道和室内施工区域得到全面覆盖。广播系统具备模式切换能力，既能用于通报项目相关的宣传、公告、安全、质量管理等信息，也能在监控发现违规行为时自动向相关区域播发违规警告。部署时，系统应重点覆盖核岛、常规岛、海淡厂房、综合检修车间、仓储等重要厂房。广播系统宜采用多级服务器

管理，以满足多点控制、多级控制、大量终端等使用需求，并确保系统具有扩充能力。

5）短信系统

建设短信管理系统，具备短信单发、群发和信息定制等基本功能，确保信息能够迅速传达给相关人员，还包含了一系列高级功能模块。这些模块包括短信类型维护（记录短信类型、说明和费用），常用短信维护（记录使用次数并允许增加新短信），预发短信事件维护（根据需要预先设定发送事件、用户群和短信内容），短信发送支持（支持单一及群发），短信综合查询（按多种条件查询短信记录），短信历史流水统计（按多种维度统计短信发送情况），以及短信息分类统计报表生成（生成各类短信发送数量的统计报表）。通过这些功能，该系统为核电工程建设提供了全面、高效的信息传递和管理解决方案。

6）APP 消息系统。

建设 app 消息系统，包括日常业务展示、人员信息管理、班组信息统计、环境监测、违章与隐患统计、视频监控等功能。

2.15 质量工作进度策划

在开工前编制全周期质量提升计划，包括开工前、工程施工阶段和工程投产后。

质量提升全周期工作计划					
序号	工作内容	责任（牵头）单位/部门	配合部门	完成日期	备注
主体工程开工前（开工准备阶段）					
1	确定质量提升总目标及分项目标				
2	招标文件中编入质量提升目标的内容				
3	建立质量提升组织机构				
4	编写质量提升体系文件				
5	向中国核能行业协会递交质量提升申请				
6	协会开展质量提升培训、咨询工作				
7	建立适用于本工程标准、规范清单并动态管理				
8	开展质量提升活动				
8.1	……				
8.2	……				
9	向协会提交年度自评报告				
10	绿色施工前期阶段（主体开工前）自评价				
工程施工阶段					
11	确定第三方检测清单				
12	确定本工程中国家及工程所在地明令禁止使用的技术（材料）、非节能环保材料或成品、禁止使用的防火防暴材料或产品清单并定期检查				
13	工程建设过程影像资料采集				
14	质量自评价（穹顶吊装阶段、冷态功能试验阶段）				
15	协会组织两个阶段质量评价				
16	绿色施工实施阶段（主体工程开工后到整套启动前）自评价				

质量提升全周期工作计划					
序号	工作内容	责任（牵头）单位/部门	配合部门	完成日期	备注
17	组织开展质量提升活动				
17.1	……				
17.2	……				
17.n	五新技术应用、研发及实施				
17.n+1	建筑业十项新技术应用				
17.n+2	低碳环保技术应用				
17.n+3	依托本工程形成专利、工法、科技成果、QC活动成果				
17.n+4	申报施工类专项奖项				
18	向协会提交年度自评报告				
工程投产后					
19	组织开展质量提升活动				
20	……				
20.1					
21	绿色施工整体工程阶段（工程投产至申请专项评价前）自评价				
22	新技术应用自评价				
23	协会组织新技术应用评价				
24	协会组织绿色施工评价				
25	组织申报核能工程推荐国家级工程奖项目				
26	核能工程推荐国家级工程奖项目现场复查				
27	申报国家级工程奖				
28	国家级工程奖现场复查				

2.16 工程交付说明书策划

（1）建设工程交付说明书应对交（竣）工验收合格建设工程的正确合理使用进行说明或提示。

（2）建设工程交付说明书应包括建设工程概况、工程构成、主要设计参数及技术指标、使用说明、工程保修、运行维护等内容。

（3）建设工程交付说明书编写资料应与建设工程档案资料同步收集，及时编写和整理，并在相应分部分项工程、单位（单项）工程交（竣）工验收合格后按时完成审批、移交和归档。

（4）安全使用标识应符合国家和行业现行有关标准规定。

（5）建设工程交付说明书宜采用信息化、数字化和智能化技术手段进行编写和辅助管理。

（6）用户或第三方擅自改变工程构配件或设备设施的数量、位置、不当装修、不当使用等造成工程质量受损或其他损失、导致安全质量问题时，由用户或第三方承担相应责任。

（7）建设工程交付说明书编写提纲详见《建设工程交付说明书编写指南》相关规定。

2.17 创优申报条件符合性和工程影像资料策划

核电工程申报国家优质工程奖，需要在满足条件后先向核能行业协会申报，经过评审后，由核能行业协会择优向中施企协推荐。二者对申报材料的要求比较相似。在核能行业协会将项目推荐到中施企协后，有初审、复查、评审、公示和审定五个环节，申报材料是初审的最重要的依据。中施

企协秘书处组织专家对国家优质工程奖申报材料进行审查，申报材料必须严格满足格式要求，提交的资料必须完整、准确，并且要便于专家审查。

2.17.1 国家优质工程奖评选条件分析

序号	评选条件	条件满足性分析	备注
1	建设程序合法合规，诚信守诺	满足	
2	质量目标明确，质量计划合理，质量管理体系健全	满足	
3	工程设计先进，获得省（部）级优秀工程设计奖	满足	竣工后一年申报
4	工程质量可靠，按工程类别获得所在地域、所属行业省（部）级最高质量奖(未开展评奖活动的行业，应获得该行业最高工程质量水 平评价)	满足	竣工后一年申报
5	科技创新达到同时期国内先进水平，获得省（部）级科技进步奖，或已通过省（部）级新技术应用示范工程验收，或积极应用“四新”技术、专利技术，行业新技术的大项应用率不少于 80%	满足	
6	践行绿色建造理念，节能环保主要经济技术指标达到同时期国内先进水平	满足	
7	通过竣工验收并投入使用一年以上四年以内	满足	需提供竣工结算文件备案表方可办理竣工备案，预计竣工后一年方可完成结算备案
8	经济效益及社会效益达到同时期国内先进水平	满足	
其它	工程通过施工质量评价并得分 92 分及以上。	满足	核能行业推优条件
	通过新技术应用及绿色施工专项评价	满足	
	工程档案规范、完整、准确、系统，便于快 捷检索利用。	满足	

2.17.2 国优申报材料编制要求

申报材料要严格按照《国家优质工程奖评选办法》和《关于开展 XX 年度第 X 批国家优质工程奖评选工作的通知》要求编制。要确保准确、完整、真实。原则上“一次申报一次成功”，出现“不齐全、不真实、不准确”情况的，不再通知申报单位进行资料的补充。因申报材料内容多，且很多证实性材料需要联系上级单位或政府部门办理，所以申报材料编制要及早启动，专项组织，尽早梳理出缺项内容，制定好内部计划，逐项落实。主要包括：工程简介、申报表、证实性材料、工程创新成果总结、影像资料、工程创优汇报、工程实体质量亮点做法总结。

（1）工程简介

工程简介 1 份，由工程概述和工程照片组成。工程概述限 800 字以内（提交核能行业协会的限 2000 字）。工程照片至少提供 20 张，其中全貌照片不少于 3 张，特殊部位照片不少于 3 张，并在每张照片下方标注标题。

工程照片选择：既要有大场面画面（例如穹顶吊装），也要有细节亮点（例如某道成型美观的焊缝、某个布线规整的控制柜内部照片等）。既要有工程全貌，也要有主要设备的照片。照片真实、美观、自然，不要艺术照片，不要人物照片，要能体现工程的质量特色。

（2）申报表

申报表中各参建单位、设计单位、监理单位等需要盖章。此外，包括工程质量监督部门意见（一般是核工业工程质量监督站）、工程安全监督部门意见（当地应急管理局）、工程使用单位意见（即业主单位）、申报单位上级主管部门意见、建设单位意见、工程所述行业或所在地区意见（即核能行业协会）、推荐单位意见（即核能行业协会），以上意见都要盖章，纸质版要提交盖红章原件。

主要施工单位完成产值必须根据客观实情填写。主要施工单位是指，以合同或决算单为准，2亿元及以下的申报工程完成其产值10%及以上，2亿元以上的申报工程完成产值2000万元及以上。

联系各单位出具推荐意见、及相关单位盖章时，虽实际使用2份，但建议多准备2份，为后续特殊情况需要替换时做好准备。

（3）证实性材料

证实性材料是申报材料中难度较大的部分，承诺书需要主申报单位法人代表签字。证实性材料必须要有目录，便于专家快速定位想核查的内容。工程可评（研）报告或项目建议书放封皮（盖章）、签字页、目录。

立项文件要能通过立项批复（核准、备案）文件确认以下主要内容：1）建设项目的总体规模；2）建设项目内各项主要建设内容，及各项建设内容的具体建设规模；3）建设投资总额；4）建设项目内各项主要建设内容的具体投资额，及配套费用的基本分配额度；5）建设项目资金来源。上述各项均能够确认时，判定为合格，否则应判定为不合格。

无安全质量事故、无拖欠农民工工资证明文件，要原件红章，安全由应急管理局出具、质量由核工业质量监督站出具、农民工工资由地方政府出具。意见要针对工程，而非针对公司，意见要覆盖建设全周期，结论意见要清晰。

施工许可证：建造许可证即可。

建设工程规划许可证、建设用地许可证、土地证（即不动产权证），及早推动办理，若有特殊不办的证（例如工规），提前与协会沟通，并在申报材料中做好说明。

工程质量监督（咨询/监理）单位的工程质量评定文件，监理公司提供。意见要针对工程，而非针对公司，意见要覆盖建设全周期，结论意见要清晰，原件红章。

（4）工程创新成果总结

创新成果总结1份，包括建设、咨询、设计、监理、施工、调试等与工程有关的管理、技术、质量、科技进步、节能环保等方面创新成果，限一万字以内。不要面面俱到、不痛不痒，要突出工程的各方面的先进性和亮点。文字简洁凝练有力，不要长篇大论，忌只描述、无结论。

（5）影像资料：影像资料1份，申报国家优质工程奖项目控制在5分钟。详见2.17.3。

（6）工程创优汇报、实体质量亮点做法总结

工程创优汇报主要包括：主申报单位汇报、总包单位汇报、设计单位汇报、监理单位汇报等。如主申报单位为建设单位或施工总承包单位，可与主申报单位汇报内容合并汇报。建议要求各工程参建单位退场前提交该部分内容。

工程实体质量亮点做法总结主要内容是：对工程创优的进一步深入总结，要能够以图文并茂的方式，反映出实体质量亮点的工艺技术，及其对使用功能和实体质量的提升程度；要能够体现出创国优工程的示范引领作用，将有推广价值的工程亮点、做法进行有效的总结，便于在今后的工作中进行广泛推广使用，促进工程建设整体的质量水平和工艺技术的提升与发展。建议要求各工程参建单位退场前梳理总结提交。

2.17.3 工程影像资料

为实现工程质量目标，在日常施工中应善于发现亮点，配合文字说明对工程质量工作进行宣传、推广、创造氛围，在工程资料的收集过程中应加强对影像资料的收集整理工作。工程影像资料具有比文字说明更形象、更直接、表现力更强、说服力强和容易给观看者造成视觉冲击等优点。对创精品工程宣传工作能起到非常好的声势营造作用，在评优阶段还能为评优专题片的制作提供更多优秀素材。加强日常施工时的影像收集工作，拍出更多的优秀照片和录像片段，是工程质量工作不可缺少的一部分。录像拍摄、配音及制作质量的优劣，必然会影响评委们对工程的印象和打分，直接影响到工程的评审效果。

（1）工程影像包括的内容

全面反映工程的基本情况、工程特点和难点、科技含量、新技术应用、施工中的质量管理、施工各阶段（包括结构和设备安装）的工程的重要部位和不同功能部位的工程质量情况、工程的特色及经济、社会效益等。

（2）工程影像应达到的效果

画面清晰美观，内容编排紧凑，展示工程英姿，突出质量亮点、技术特色和卓越的施工管理水平。解说词清楚且与画面同步，音乐轻盈柔和，给观看者留下深刻印象。

（3）工程施工过程影像资料的收集

工程录像原始素材的积累用于汇报的工程录像由工程施工过程中大量的原始素材精选编辑而成。所以，在日常施工中要注意一些基本素材的收集、积累工作，具体应该策划好以下两个方面的工作：

一是要明确拍摄的内容，主要包括重点部位、关键工序的施工，重要节点、隐蔽工程的施工，细部处理及经典做法，“五新”技术应用，质量亮点展示（如核一级管道焊缝、大型模块拼装、设备安装、管线布置、保温、电缆的敷设端接等），主要公共功能区的整体效果（如走道、会议室、水泵房等）。

二是根据工程特点，结合相关要求，编制影像资料拍摄计划。计划要根据工程不同的施工阶段（基础施工、主体结构施工、装饰工程施工、安装预埋、设备安装、调整试验、工程竣工等）、不同的施工工艺和工程不同的功能区间进行编制，要注明拍摄内容（主题）、拍摄时间和图片（画面）要达到的具体效果（如安装精细程度、线管成排成列布置、亮点的局部特写等），防止拍摄内容漏项。

2.17.4 申报阶段影像资料的编辑与制作

（1）解说词的编写

解说词内容要涵盖工程建设的全部主要内容，要突出重点，反 映工程的特点、难点和质量亮点；多用数据说话，防止内容空洞、乏味。

（2）工程录像中应避免出现的问题

画面不清晰、不美观，有颤动现象；配乐声压抑了解说员的声音；出现违规违章施工情况；出现与主题无关镜头（如开工典礼、领导视察等）；出现材料或施工质量缺陷；质量亮点不突出等。

（3）录像片制作需包含以下内容

1）工程概况：用 20s 的时间介绍工程的投资、设计、承建各方；介绍工程的设计思路、工程规模等；介绍工程的开竣工时间、工期、 造价等情况；

2）工程建设程序合法性；

3）工程建设特（难）点：用 40s 的时间介绍该工程的特点、亮点，重点突出高技术含量高，施工难度大的特点；

4）建设过程质量管控措施；

5）重要部位及隐蔽工程的质量检验情况；

6）关键技术及科技进步；

7）节能环保措施与成效；

8）工程获奖情况以及取得的经济和社会效益等：用 20s 时间将本工程所获得的质量、安全优质奖项做一个简洁的介绍，将获奖证书的扫描件录制下来；同时将业主对工程质量及社会效益的评价描述一下，亦要将评价文件的扫描件录制下来；

9）工程亮点：用 lOOs 的时间根据工程的特点、难点有针对性地将施工过程中采用的新技术、新材料、新工艺及管理经验进行阐述，例如开顶法施工、模块化安装；

10）工程的全面质量管理措施：这是本录像资料的核心，用 120s 的时间将本工程的质量情况重点描述，特别是施工质量标准超出规范的部位及采用新材料、新工艺施工后所达到的效果；

11）安全环保：重点描述本项目为避免发生一般及以上安全事故及环境污染事故所采用的绿色施工技术及安全文明标准化工地的建设。