

核岛安装工程章节精解 (一)

授课人：丁晓东

中国核能行业协会核能优质工程评选办法（2019版）

附表2：申报工程复查综合评分表

序号	项目		各分项得分	权重(%)	得分
1	核安全文化建设			5	
2	设计水平			5	
3	科技含量			5	
4	建造质量	核岛土建质量		12	
		核岛安装质量		12	
		常规岛及BOP土建质量		8	
		常规岛及BOP安装质量		8	
5	绿色施工与职业健康安全			10	
6	综合绩效	主要技术经济指标		10	
		核设施运行业绩指标		10	
		工程综合管理		10	
7	创优情况评价			5	
合计				100	

目录 CONTENTS

1

编制思路

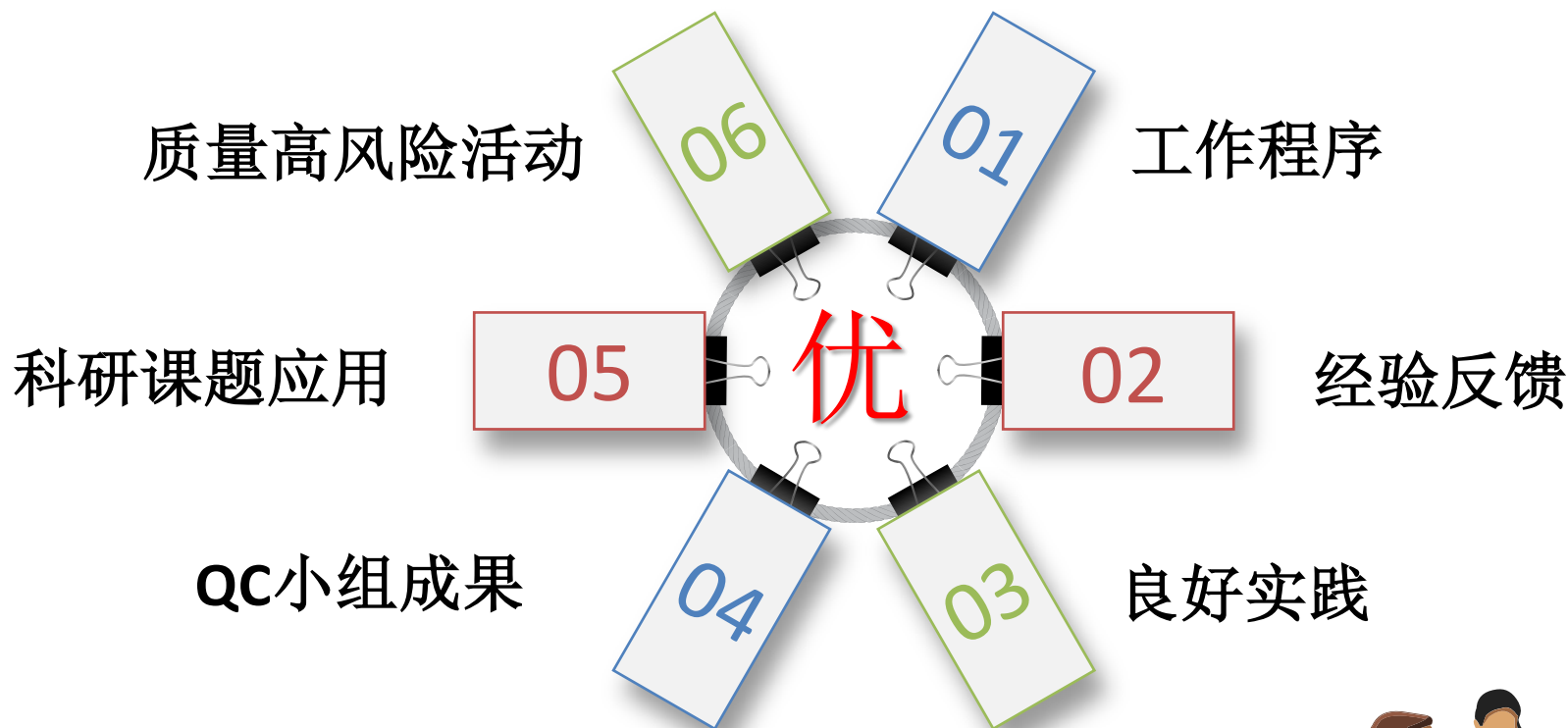
2

章节精解

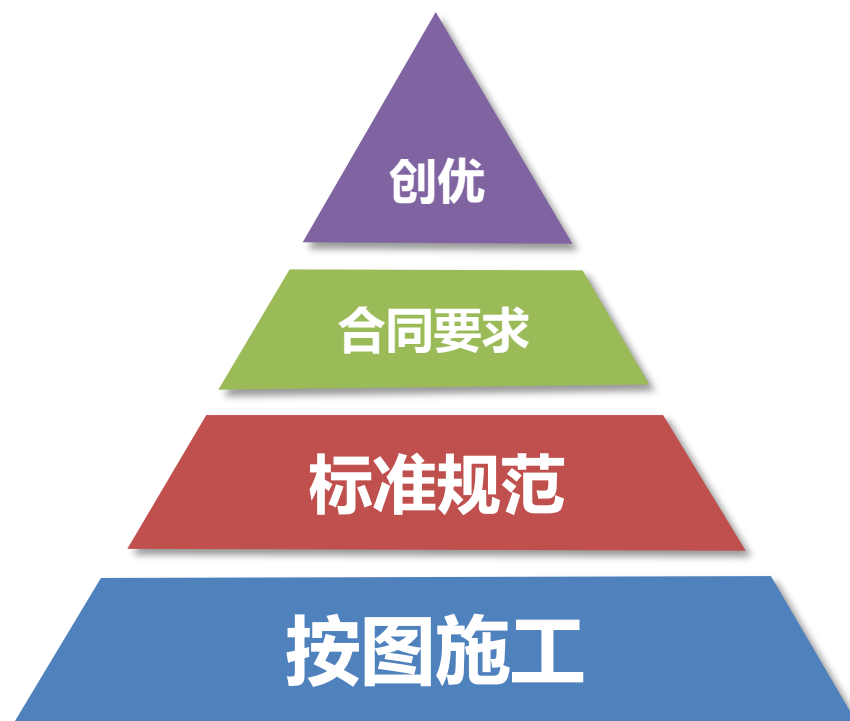
3

讨论

1.1 广泛收集素材



1.2 厘清定位，聚焦创优



第三册 核岛安装工程

第一部分 二代改进型、华龙一号堆型

本分册第一部分重点研究二代改进型、华龙一号堆型的核岛安装工程，尽可能全面地梳理了核岛机电仪安装涉及的典型工艺，共有四大章节23个小节。

A、四大章

第一章 设备安装

第二章 管道安装

第三章 电气和仪控安装

第四章 焊接及无损检测

B、23小节

设备安装 (8节)

压力容器安装、堆内构件的安装、蒸发器安装、主泵安装、稳压器安装、安全注入泵安装、应急柴油发电机组安装、环吊安装

管道安装 (6节)

主管道安装、波动管安装、工艺管道安装、主蒸汽安全阀安装、管道支吊架安装、机械贯穿件安装

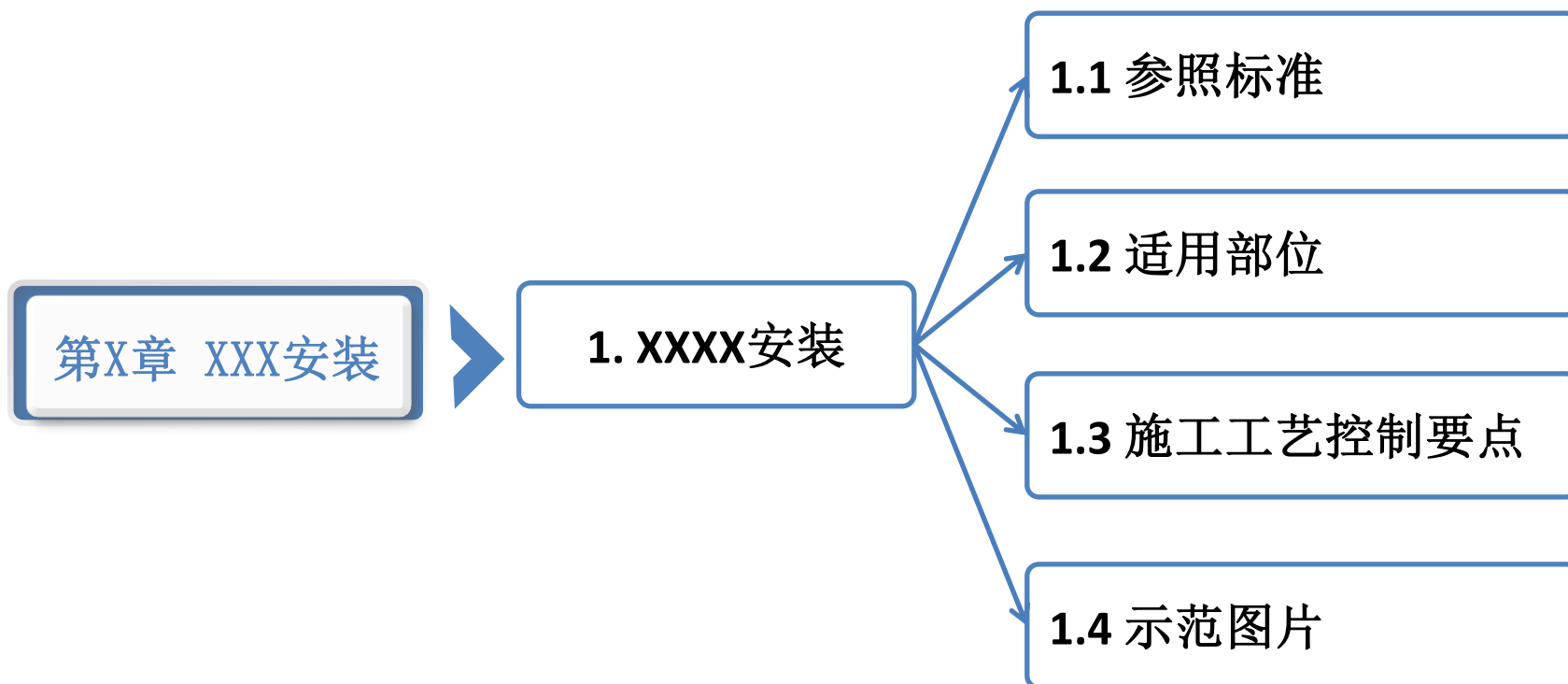
电气和仪控 安装 (8节)

电缆桥架安装、电气盘箱柜安装、电缆敷设、电缆端接、电气接地、电气孔洞防火封堵、仪表管及其支架安装、过程仪表安装

焊接及无损 检测 (1节)

焊接及无损检测

C、小节格式



D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.1 参照标准

1.1 参照标准

- 《压水堆核电厂反应堆压力容器安装及验收技术规程》 NB/T20045-2011
- 压力容器图纸、压力容器安装技术要求

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.2 适用部位

1.2 适用部位

核岛压力容器安装部位。

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.3 施工工艺控制要点

1.3 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：

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装

1. 压力容器安装

1.3 施工工艺控制要点

施工工艺关键步骤

01 反应堆压力容器支撑件安装

02 反应堆压力容器吊装

03 反应堆压力容器安装

04 反应堆压力容器顶盖安装

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.3 施工工艺控制要点

01 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。

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.3 施工工艺控制要点

02

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。

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.3 施工工艺控制要点

03

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 $\pm 1.0\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 0.3\text{mm}$ ；
- 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 $\pm 0.5\text{mm}$ ；
- 3) 反应堆压力容器支承块与支承座之间的侧向间隙应为 $0.4\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ；
- 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。

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装



1. 压力容器安装



1.3 施工工艺控制要点

04

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。

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装

1. 压力容器安装

1.4 示范图片



1.1 反应堆压力容器运输

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装

1. 压力容器安装

1.4 示范图片



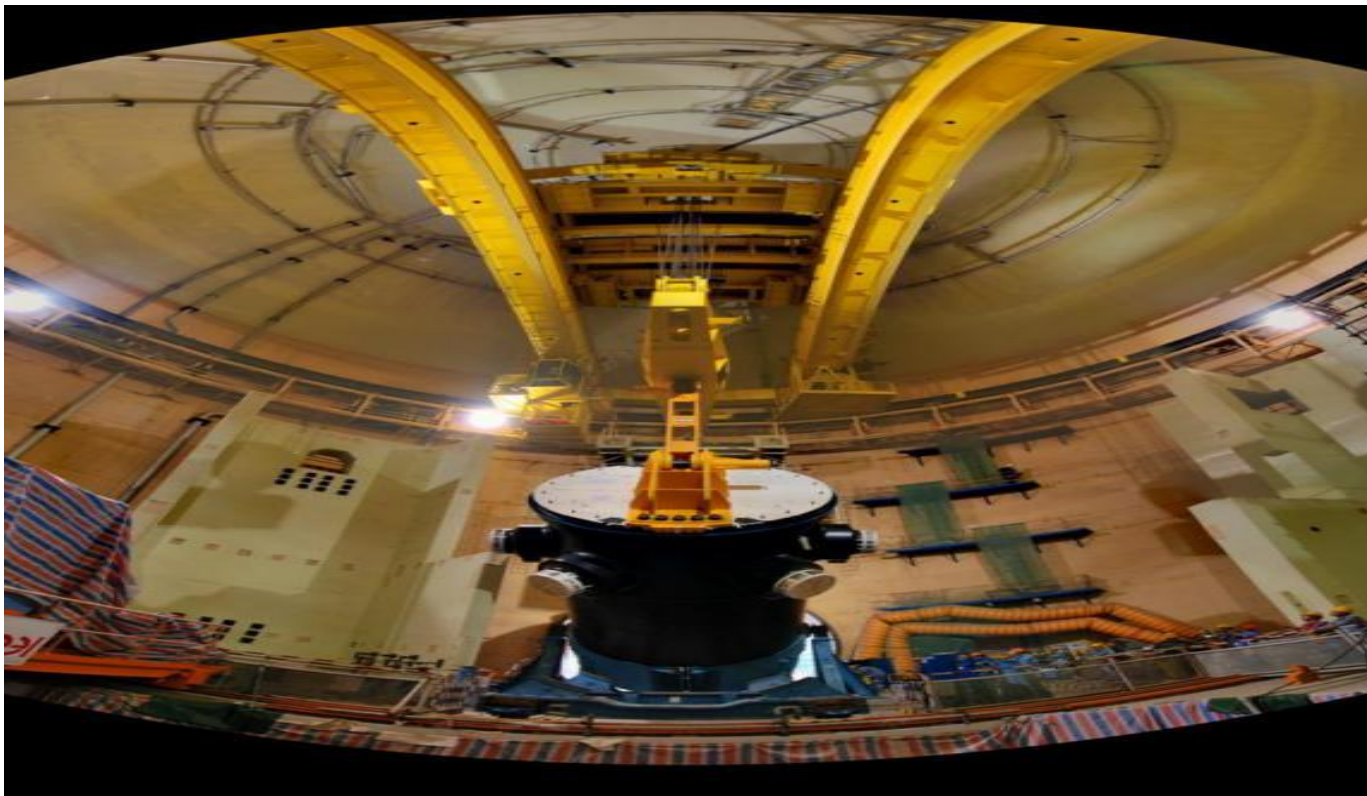
1.2 反应堆压力容器通过龙门架吊运

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装

1. 压力容器安装

1.4 示范图片



1.3 反应堆压力容器翻转

D、例章内容解读（一）

第一章设备安装

1. 压力容器安装

1.4 示范图片



1.4 反应堆压力容器吊装就位

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.1 参照标准

6.1 参照标准

- 《压水堆核电厂安全壳贯穿件安装技术规程》 NB/T20108-2012
- 机械贯穿件图纸、机械贯穿件安装技术要求

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.2 适用部位

6.2 适用部位

核岛机械贯穿件安装部位。

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.3 施工工艺控制要点

6.3 施工工艺控制要点

机械贯穿件安装质量优良（尺寸偏差小）、观感精美。其施工工艺要求如下：

（1）测量放线

1）安装前测量人员对预埋套筒的定位角度和标高进行复测，合格后方可安装；

（2）坡口制备

1）利用坡口机将预埋套筒的焊接坡口磨出，如预埋套筒较短，宜选用内胀式坡口机；

2）坡口两侧表面20mm范围内的氧化物、油污、熔渣及其他有害物质应清除干净，使坡口表面及其两侧边缘的临近区域15mm宽度范围内做到清洁、无水、无锈斑、无油脂及任何毛刺等杂物存在。

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装

6.机械贯穿件安装

6.3 施工工艺控制要点

6.3 施工工艺控制要点

（3）贯穿件部件引入

- 1) 根据贯穿件结构形式、所在房间及到货部件实体尺寸，引入方式不同；
- 2) 对于封头在R厂房的贯穿件，一部分可从R厂房引入；
- 3) 部分由于到货尺寸过长，无法从R厂房引入，此时需要对贯穿件预制焊缝进行切割，切开后（从R或其他厂房对应贯穿件位置）引入；
- 4) 对于双安全壳的核岛，需从套管较大的一侧引入，夹层中的部件（例如华龙一号堆型VVP/ARE贯穿件的补偿器）如尺寸大于双侧套管，须从安全壳夹层上部吊装引入；
- 5) 对于双安全壳的核岛，夹层中的部件（例如华龙一号堆型VVP/ARE贯穿件的补偿器）在土建钢结构施工至+8米标高后开始引入+8米以下贯穿件的补偿器，则可将补偿器放置于R厂房+8米钢结构平台，并做好防护，然后随着钢结构施工进度，逐步将+8米以上各个标高位置的补偿器引入至安装位置，需要时刻关注土建钢结构安装进度，提前做好引入路径核实工作，并确认补偿器对应贯穿件安装位置，避免吊装位置错误；

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.3 施工工艺控制要点

6.3 施工工艺控制要点

（4）贯穿件部件焊接及检验

- 1) 为避免干扰射线、超声等检验，贯穿件各部件焊接应提前规划合理的逻辑顺序；
- 2) 对于环板角焊缝，为防止焊接变形宜采用分段焊接工艺进行焊接，且用贯穿件同类材质的钢板制作防焊接变形支撑板焊接点固在封头和环板；
- 3) 因贯穿件两端敞口会经常出现热处理温度达不到设备设定的温度，无法打印出有效的曲线图，应采取在管道内壁使用硅酸铝针刺保温棉继续进行保温，防止热量过快散失；

（5）补偿器保护装置拆除

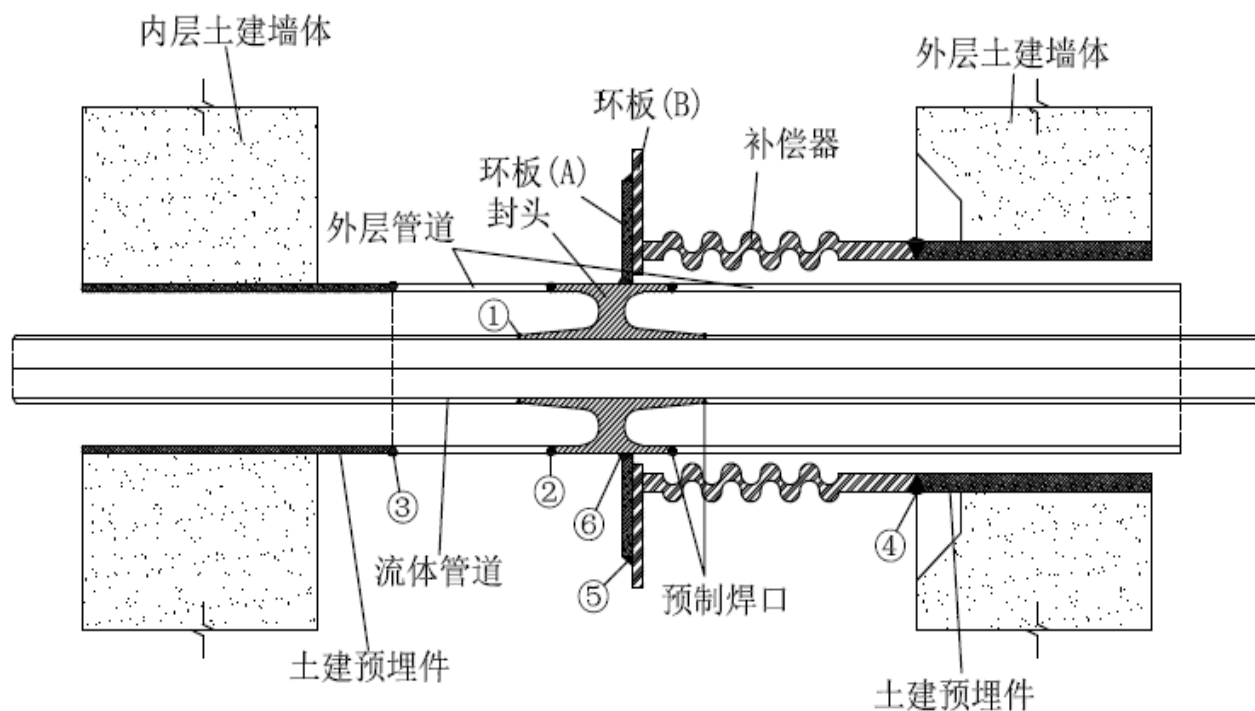
- 1) 贯穿件安装完成后，根据补偿器安装技术说明，需要在试压之前，确保贯穿件上下游管线已固定，管道安装准确无误后，才能拆除补偿器外部运输用固定构件；

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装

6.机械贯穿件安装

6.4 示范图片



6.1 双安全壳贯穿件焊接逻辑顺序示意

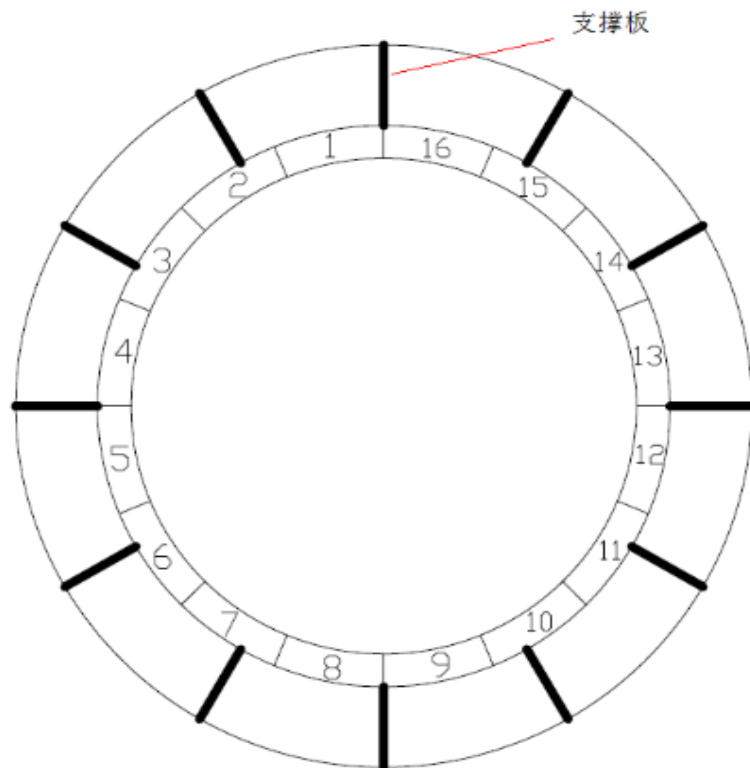
D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装

6.4 示范图片



第一道打底焊接（TIG）顺序：

1、9 — 2、10 — 3、11 — 4、12
8、16 — 7、15 — 6、14 — 5、13

第二道打底焊接（TIG）顺序：

1、9 — 2、10 — 3、11 — 4、12
8、16 — 7、15 — 6、14 — 5、13

第一道打底焊接（SMAW）顺序：

1、9 — 2、10 — 3、11 — 4、12
8、16 — 7、15 — 6、14 — 5、13

第二道打底焊接（SMAW）顺序：

1、9 — 2、10 — 3、11 — 4、12
8、16 — 7、15 — 6、14 — 5、13
其余以此类推

6.2 环板分段焊接逻辑顺序示意

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.4 示范图片



6.3 贯穿件坡口打磨

D、例章内容解读（二）

第二章管道安装



6.机械贯穿件安装



6.4 示范图片



6.4 贯穿件完工

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.1 参照标准

4.1 参照标准

- 《压水堆核电厂反应堆厂房电缆端接技术规程》 NB/T20112-2012
- 《核电厂安全级电缆热缩附件安装技术规程》 NB/T20352-2015
- 电缆端接技术要求

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.2 适用部位

4.2 适用部位

核岛电缆端接部位。

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.3 施工工艺控制要点

4.3 施工工艺控制要点

电缆端接质量优良、观感精美。其施工工艺要求如下：

（1）电缆端头制作和连接

1) 电缆的准备

确保电缆敷设到位，电缆敷设弯曲半径满足要求，电缆排列整齐，电缆导通、绝缘符合要求；

用电缆切割器或钢锯将电缆切割到适当的长度；

使用扒皮工具去除电缆外皮，不能伤及电缆线芯；

对于电缆屏蔽层的处理严格按照端接标准及技术要求处理；

对于电缆屏蔽接地使用接线鼻子时，端头制作流程和电缆端头制作流程一致。

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.3 施工工艺控制要点

4.3 施工工艺控制要点

2) 电缆端头的制作

根据电缆的不同要求，进行线芯标识（如需要）；
对于多线芯的电缆不易插入压线鼻子，使用压圆工具处理；
对导线与压线鼻子的接触面的适应性、符合性调整；
使用符合配对的压线工具对压线鼻子压接；
对于压线鼻子在压接后，进行热缩套管的安装；
电缆热缩套安装应严格按照厂家及设计的技术要求进行。

3) 根据以下因素选择合适的压线鼻子

电缆的规格，电缆的类型、材质；
设备上连接端子类型，用于紧固端子的螺栓的大小；
设计标准中的材料。

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.3 施工工艺控制要点

4.3 施工工艺控制要点

4) 压线

压线工具应选用校验合格的工具，并且不同的压线鼻子选择对应的压线工具；特殊电缆使用厂家供专用工具。

压线工具的操作严格按照工具的使用说明进行。

5) 螺栓紧固

电缆连接一旦完成，接线鼻子在端子上必须紧固；螺栓力矩必须符合设计文件及制造商要求。

6) 连接器的连接

电缆屏蔽层的连接符合要求；

电缆线芯按照文件要求排列；

对导线与压线鼻子的接触面的适应性、符合性调整；

使用符合配对要求的方法将导线和连接器连接。

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.3 施工工艺控制要点

4.3 施工工艺控制要点

（2）端接完成后的标识

- 1) 标记应与接线图相符（包含电缆标识号、起终端设备号、电缆类型）；
- 2) 在永久性标识未安装前电缆上必须有临时标识；
- 3) 永久性标识的安装应贴在面板、机柜、接线盒的外面与设备相对接近的地方；
- 4) 当电缆数量较多时标识排列整齐，方向一致，容易识别；
- 5) 对于特殊电缆标识的要求按照特殊要求及相关文件执行。

（3）工作区域清洁度

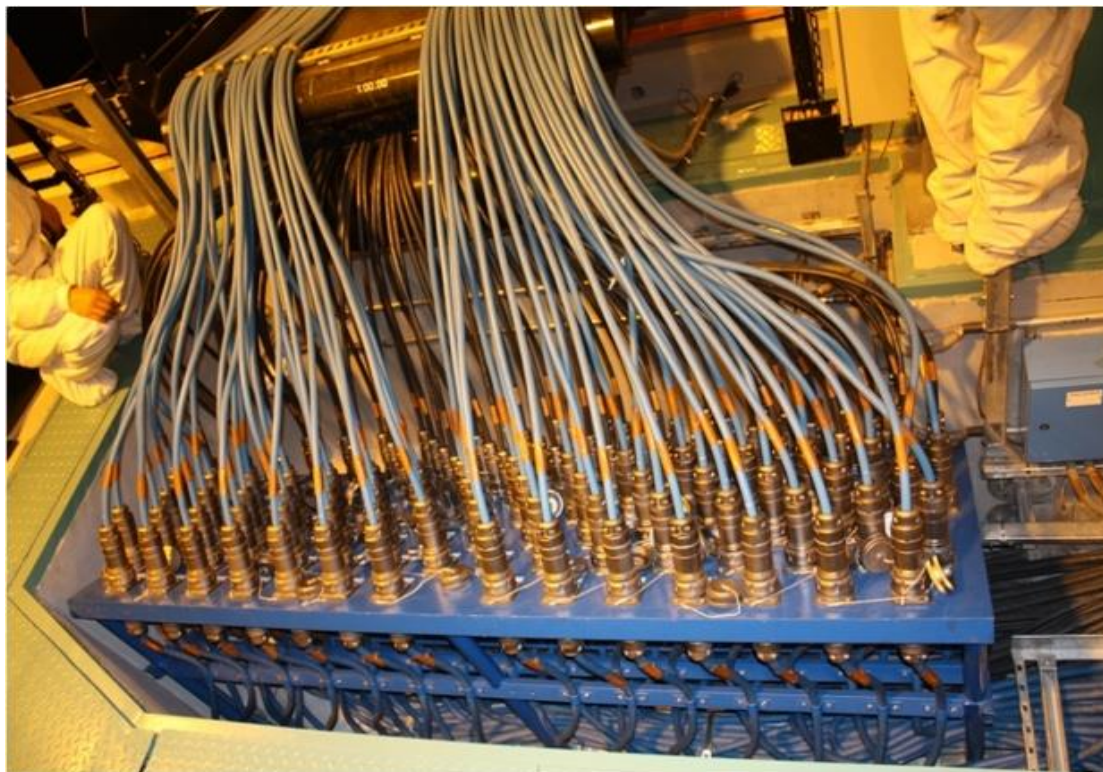
- 1) 工具和端接材料保管好；
- 2) 废弃的电缆已清除；
- 3) 用于固定电缆的废弃物已清除；
- 4) 设备内残余的线皮、线头、工机具和其他杂物清除干净。

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装

4.电缆端接

4.4 示范图片



4.1 RGL电缆端接

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装



4.电缆端接



4.4 示范图片



4.2 蓄电池端接

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装

4.电缆端接

4.4 示范图片



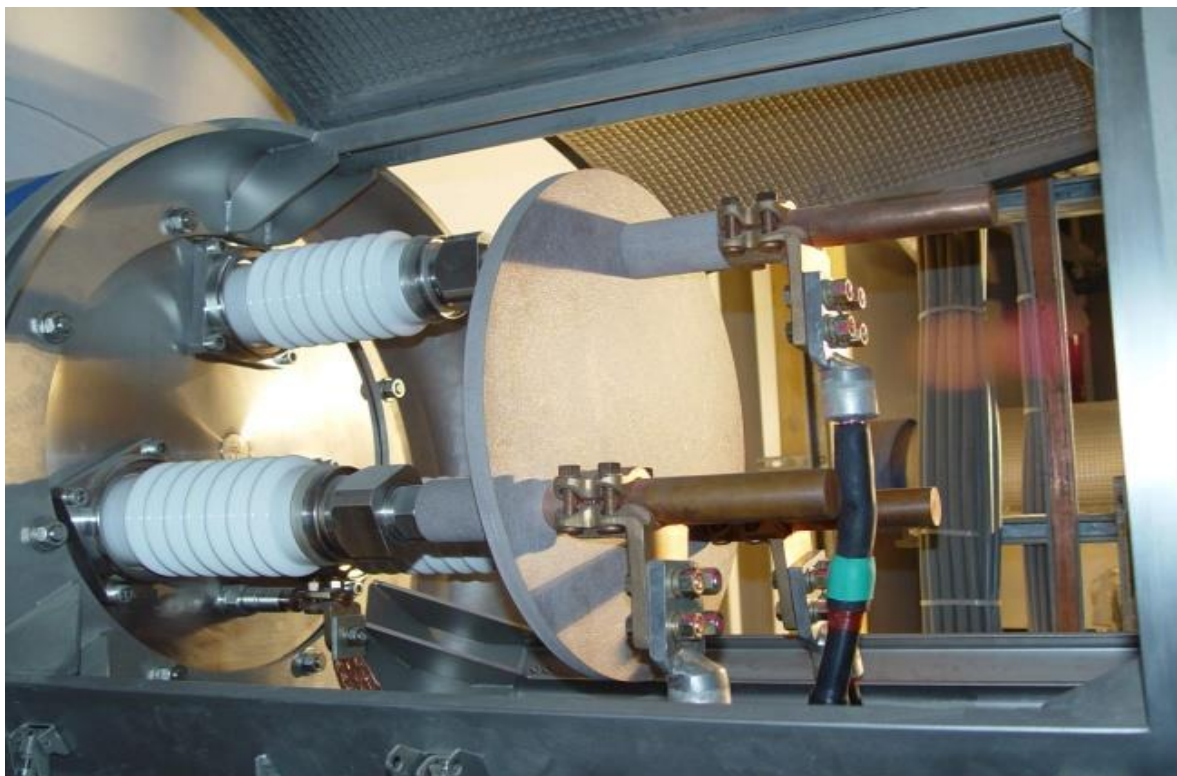
4.3 RIC系统端接照片

D、例章内容解读（三）

第三章电气和仪控安装

4.电缆端接

4.4 示范图片



4.4 中压电气贯穿件端接照片

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

1. 参照标准

1. 参照标准

《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》	GB50236-2011
《民用核安全设备焊工焊接操作工资格管理规定》	HAF603-2008
《民用核安全设备无损检验人员资格管理规定》	HAF602-2008
《压水堆核电厂核岛机械设备焊接规范》	NB/T20002-2013
《核电厂核岛机械设备无损检测》	NB/T 20003-2010
《压水堆核电厂用焊接材料》	NB/T20009-2010
核电工程焊接技术要求	

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测



2. 适用部位

2. 适用部位

核岛工艺管道、罐体、容器、结构支撑件等部件的焊接及无损检验。

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

3. 焊接工艺控制要点

3. 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：

- 3.1 碳钢、低合金钢的焊前预热
- 3.2 钨极氩弧焊（碳钢、低合金钢焊接）
- 3.3 焊条电弧焊（碳钢、低合金钢焊接）
- 3.4 碳钢、低合金钢的焊后热处理工艺要求
- 3.5 钨极氩弧焊（奥氏体不锈钢）
- 3.6 厚壁管道氩电联焊工艺（碳钢、低合金钢）
- 3.7 厚壁管道氩电联焊工艺（奥氏体不锈钢）
- 3.8 焊材采购及复验
- 3.9 无损检测

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

4. 示范图片



4.1 不锈钢大厚壁T型坡口组对

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

4. 示范图片



4.2 不锈钢大厚壁管层间焊接

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

4. 示范图片



4.3 电气贯穿件层间PT

D、例章内容解读（四）

第四章焊接及无损检测

4. 示范图片

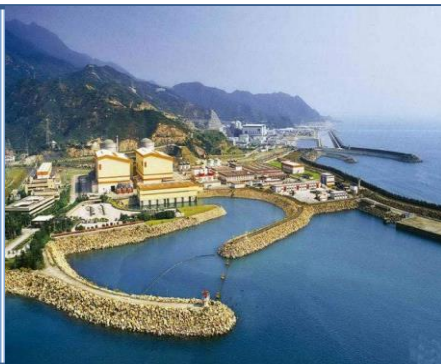


4.4 电气贯穿件焊接完成



Q
&
A

谢谢！
THANK YOU !



服务 创新 共享 卓越