

核电工程创优指导手册 核岛安装

编制：徐屹

本分册内容仅适用于AP1000堆型，阐述了AP1000堆型设计中有别于我国已经引入消化吸收的其他堆型的安装要求和控制要点。本分册未涉及的安装工程部分见《安装工程（核岛部分）》。

主要分成主设备的安装、保温防腐和大型结构模块的现场拼装及安装三大部分共11个小节，具体如下：

主设备安装 (7节)

压力容器安装、堆内构件安装、蒸发器安装、主泵安装、稳压器安装、乏燃料池设备（燃料格架、水闸门、燃料升降机、燃料转运通道）安装、环吊安装

防腐保温 (3节)

CV筒体油漆、管道金属反射保温、可拆式保温

大型模块拼 装及安装

大型模块拼装及安装

章节内容

参照标准

适用部位

施工工艺控制要点

示范图片

第一章 主设备安装

一、压力容器安装

1

- 反应堆压力容器支撑件安装

2

- 反应堆压力容器安装

反应堆压力容器支撑件安装

- 1、研磨时，压力容器支撑地脚螺栓螺纹进行保护，压力容器支撑与撬棍接触点进行保护。
- 2、压力容器支撑地脚螺栓上安装锁紧垫片和重型六角螺母，螺栓处涂抹乐泰243锁固剂；弯曲锁紧垫片的边角到垂直位置使其与盖螺母的周围吻合。
- 3、顶法兰表面和压力容器支撑底部无异物。
- 4、压力容器支撑调整后，以支撑两端导向孔作为定位孔。
- 5、攻丝后，螺纹孔内无毛刺、铁屑等异物,通止规检查合格。
- 6、测量间隔板原始尺寸，测量RV支撑与止当块之间的间隙，核对间隔板加工尺寸。

反应堆压力容器安装

- 1、对先决条件进行严格检查。
- 2、严格按照方案执行，重点关注压力容器与J-Skid架分离；过程中，应注意禁止设备与J-SKID产生碰撞，同时通过起重作业人员通过麻绳控制RV设备防止旋转。
- 3、RV顶部护板和侧板螺栓孔需密封。
- 4、调平螺栓和螺栓孔无毛刺且清洁干净无异物，调平螺栓上涂抹Neo-lube#2润滑剂3遍。
- 5、测量RV管嘴支撑垫与压力容器支撑垂直方向的间隙，测量热板、耐磨板原始尺寸；对热板加工和耐磨板加工尺寸进行控制，并在RV外侧做好对应位置的标记。

反应堆压力容器安装

- 6、底部耐磨板上表面涂刷lubron AE100润滑剂3遍，使用lubron AE100润滑剂前充分摇匀；每遍涂刷前保证涂刷表面清洁并干燥，涂刷完毕干燥2小时后安装。
- 7、核对耐磨板钢印号标识和耐磨板与热板配对记录。
- 8、内六角螺钉安装时涂抹LOCTITE242螺纹紧固剂，安装弹簧销时，弹簧销顶部与内六角螺钉的顶部齐平，并不高与底部耐磨板的上表面。
- 9、侧部耐磨板上表面涂刷lubron AE100润滑剂3遍，涂刷完毕干燥2小时后安装。

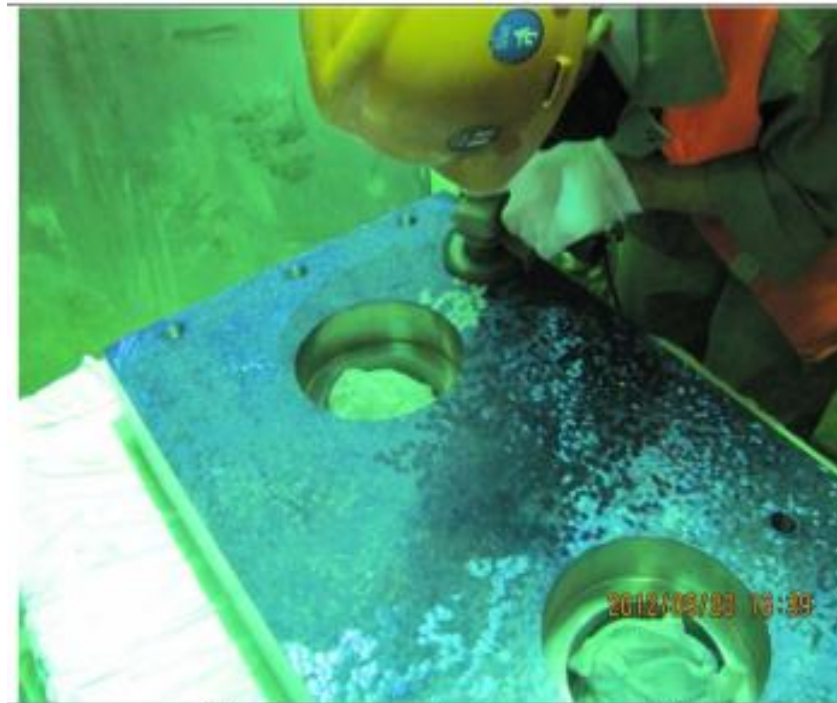
反应堆压力容器安装

- 10、护板锁紧垫片安装位置必须符合图纸要求，弯曲锁紧垫片的边角到垂直位置使其与六角螺栓的周围吻合。
- 11、压力容器安装完成后至一体化顶盖安装前，这段期间内需要定期对压力容器进行检查维护。

压力容器安装



热板安装



耐磨板与热板研磨

压力容器安装



调平螺栓安装



耐磨板与热板研磨

二、堆内构件的安装

1

- 安装前准备工作

2

- 下部堆内构件组件第一次吊入RV

3

- 管嘴间隙的调整及测量

4

- H/V定位销安装

5

- 径向支撑间隙的测量

6

- 二次堆芯支撑基板调整及测量

二、堆内构件的安装

7

• 下部堆内构件第一次吊出

8

• 镶块加工

9

• 径向支撑镶块的装配

10

• 安装流量管嘴

11

• 能量吸收器支撑杆加工

12

• 下部堆内构件第二次吊入RV

二、堆内构件的安装

- 13 • 下部堆内构件定位测量
- 14 • 吊具导向套管紧固
- 15 • 下部堆内构件组件第二次吊出
- 16 • 镶块的最终固定
- 17 • 压紧组件在存放架上的调整
- 18 • 安装流量分配环

二、堆内构件的安装

19

• 二次堆芯支撑的装配

20

• 下部堆内构件组件第三次吊入RV

21

• 二次堆芯支撑基板最终间隙测量

22

• 压紧弹簧安装

23

• 安装辐照样本入口塞

24

• 下部堆内构件组件第三次吊出

二、堆内构件的安装

- 25 • 二次支撑结构最终焊接及装配
- 26 • 压紧组件与下部堆内构件组件装配及检查
- 27 • 压紧组件吊出
- 28 • H/V定位销最终固定
- 29 • 安装IGA快速锁紧杆
- 30 • 下部堆内构件组件第四次吊入RV

二、堆内构件的安装

31

- 流量分配环顶部到下部堆芯支撑板距离测量

32

- 安装人孔塞

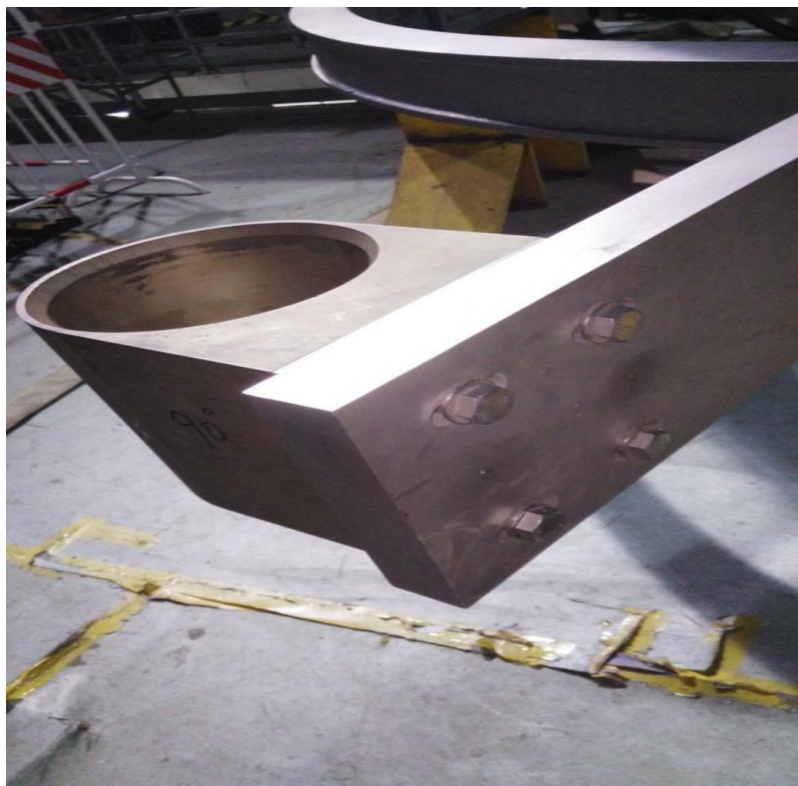
33

- 压紧组件吊出压紧组件吊入RV

34

- 压紧组件安装后测量

堆内构件的安装



吊具导向套管紧固

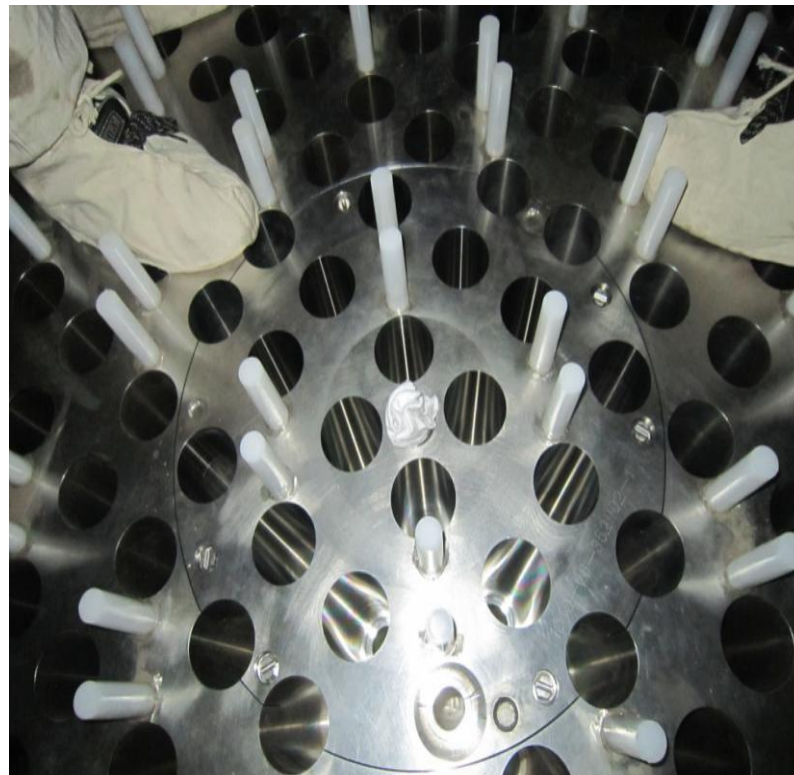


二次支撑结构最终焊接及装配

堆内构件的安装



下部堆内构件组件第四次吊入RV



安装人孔塞

三、蒸发器安装

1

• SG水平调转及旋转

2

• 蒸汽发生器主吊耳与吊叉安装

3

• 蒸汽发生器吊装

4

• 蒸汽发生器安装

5

• 蒸汽发生器永久支撑的安装

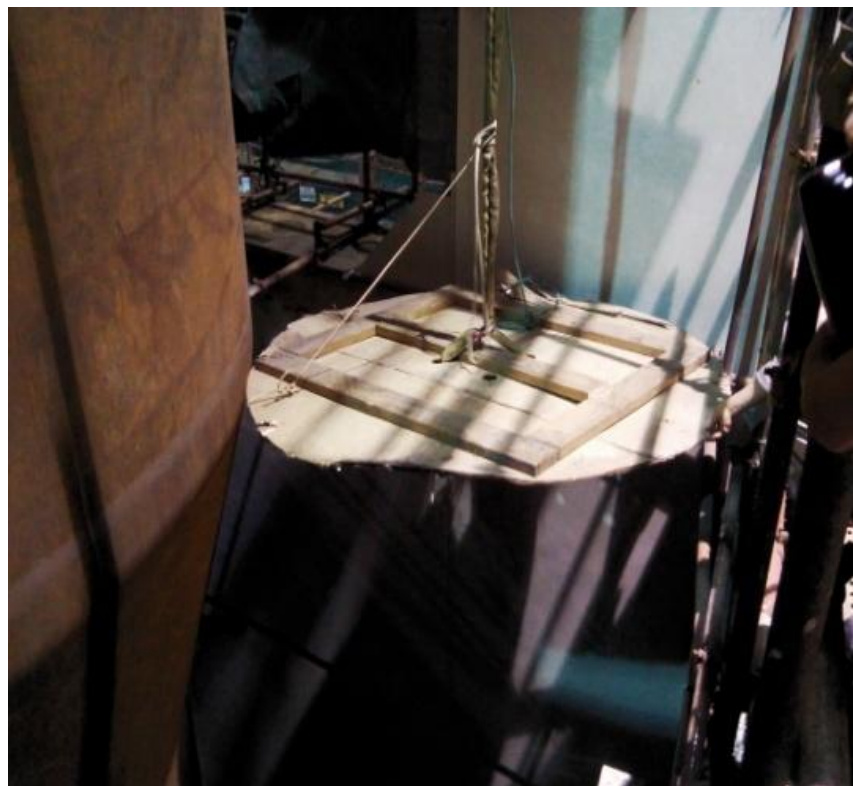
6

• SG人孔、手孔及检查孔盖板安装

蒸发器安装



专用吊具的安装



主泵通规试验

蒸发器安装



接合器与SG进行螺栓安装



手孔、检查孔盖板安装

四、主泵安装

1

• 主泵适配器安装

2

• 临时楼板安装

3

• 临时桥架安装

4

• 主泵小车安装

5

• 拆除主泵外包装

6

• 主泵螺栓孔编号

四、主泵安装

7

- 主泵吊具安装

8

- 主泵运输及吊装

9

- 主泵旋转和平移

10

- 主泵顶升调整

11

- 主螺栓安装（第一组）

12

- C型环焊接2/3区域

四、主泵安装

- 13 • 第二组螺栓安装
- 14 • 螺栓加热拉伸
- 15 • 将第一组螺栓安装到第三组螺栓孔内
- 16 • 第二次C型环焊接
- 17 • 安装第三组螺栓孔位置螺栓
- 18 • 热平衡

四、主泵安装

19

- 螺栓安装工具拆除

20

- 交换器及支撑安装

21

- 在换热器支撑安装

22

- 换热器道安装

主泵安装



主泵小车安装

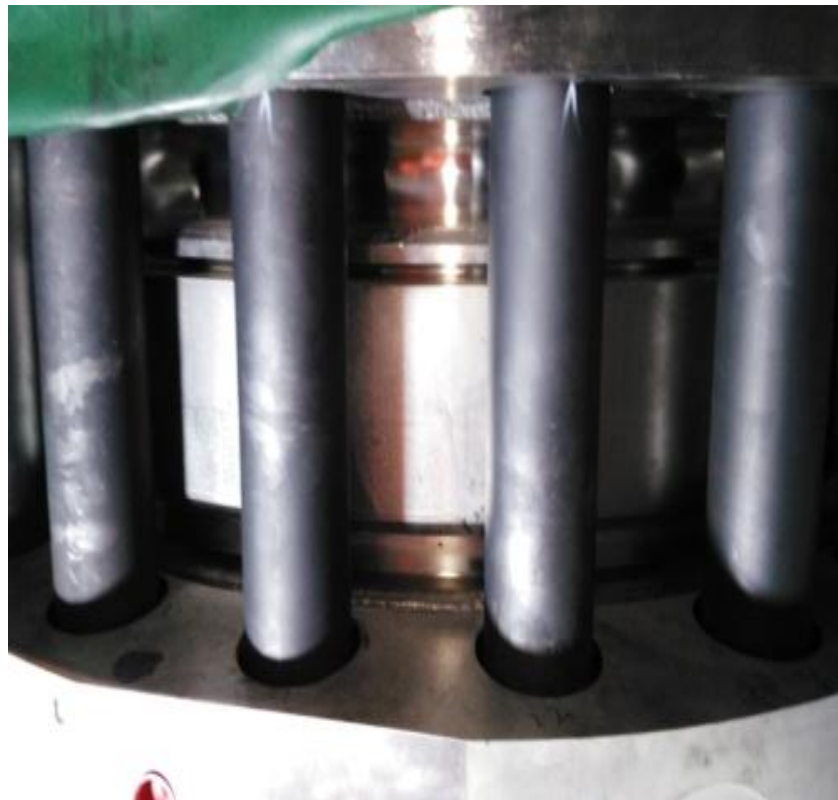


主泵顶升调整

主泵安装



主螺栓安装



热平衡

五、稳压器安装

1

• 垂直支撑就位

2

• 稳压器吊装

3

• 稳压器调整

4

• 基础二次灌浆

5

• 下部水平支撑安装

6

• 环梁安装

五、稳压器安装

7

- 顶部垫板加工及安装

8

- 上部水平支撑安装

9

- 间隙块安装

稳压器安装



稳压器吊装



下部水平支撑安装

稳压器安装



上部水平支撑安装



间隙块安装

六、乏燃料池设备安装

1

• 格架冲洗及支撑板安装

2

• 格架吊装安装

3

• 水闸门门体安装

4

• 卷扬机组件安装

5

• 测力传感器组件安装

6

• 导轨组件安装

六、乏燃料池设备安装

7

- 燃料舱组件安装

8

- 燃料运输系统燃料运输管安装

9

- 燃料运输系统闸阀安装

10

- 燃料运输系统轨道安装

乏燃料池设备安装



格架吊装安装



水闸门门体安装

乏燃料池设备安装



卷扬机组件安装



燃料运输系统轨道安装

七、环吊安装

1

• 环吊轨道安装

2

• 环吊大车安装

3

• 环吊小车安装

4

• 环吊吊装

5

• 主/副钢丝绳穿绳

6

• 环吊主钩125%载荷试验

七、环吊安装

7

- 环吊主副钩载荷试验

8

- 紧急情况下大/小车运行试验

环吊安装



环吊小车安装



主钩100%负载试验

环吊安装



环吊副钩紧急下落载荷试验



紧急情况下大/小车运行

第二章 防腐保温

一、CV筒体油漆

- 1、涂装施工环境条件符合技术和规范要求（环境温度，基材温度，环境湿度，露点温度风速）；
- 2、基层表面处理等级和清洁度符合设计要求；
- 3、涂层施工干膜厚度和外观质量符合要求；
- 4、根据ASTM D4285检查喷砂和涂装使用的压缩空气的质量。压缩空气应没有油、水和其它有害物质；
- 5、喷砂清理前，确认基材表面必须无油脂类。可采用紫外光源照在表面上，使油类产生荧光，以检查油脂是否存在；
- 6、20目氧化铝作为喷砂磨料；

一、CV筒体油漆

- 7、喷砂处理后4h内必须涂装油漆。而且要注意IOZ混合后的寿命为8小时（24° C）；
- 8、涂层施工干膜厚度和外观质量符合要求；
- 9、涂装施工和检验人员必须按技术要求进行培训授权，且在有效期内；
- 10、涂料类型和混合配比符合要求，涂料熟化时间符合要求；
- 11、油漆采用喷涂施工，喷涂距离和喷涂角度应符合要求；
- 12、漆膜MEK检查应符合要求；
- 13、无机锌涂层不可以复涂。

CV筒体油漆



干膜厚度检查



油漆固化MEK法检查

CV筒体油漆



喷砂相邻区域防护



最终外观检查

二、管道金属反射保温

1. 对于管道有油污、油脂的部分进行脱脂处理；对于管道有灰尘、脏物的，用干净的棉布进行全面清理；
2. 检查金属保温层的厚度及重量符合设计要求；
3. 保温托架一般由4个90° 带法兰的轧制钢段组成，通过 $\frac{1}{2}$ " 螺栓可将4个轧制钢段固定在管道上；
4. 保证位于墙体贯穿件处的金属反射式保温板安装厚度最佳化，应使用直径为 $\frac{1}{8}$ "的抽心铆钉和绑带连接通过墙体贯穿件安装的竖直（一个保温板段到另一个保温板段）面板；

二、管道金属反射保温

5. 管道偏差带来的保温托架安装偏差是允许的，只要保温托架构件连接的间隙以及与管道连接的间隙不大于 $\pm 1/8$ ；
6. 检查金属反射保温盒的安装不影响阀门等的开启和关闭；
7. 在役焊缝的拆卸不影响周边保温。

管道金属反射保温



管道表面清洁

管道金属反射保温



拼装保温块轴向间隙检查



最终保温外观检查

三、可拆式保温

1. 至少需要一条（或更多）平面位置基准控制线、一条基准高程控制线，以便于锚栓的安装定位及检查；
2. 可拆保温盒采用不锈钢材质，用电焊工艺连接，电焊间距小于80毫米，搭接板之间严密，焊点清洁均匀，无焊接金属缺陷；
3. 每块保温的重量不超过23Kg；
4. 保温块采用合适的铆钉，检查铆钉之间的间距和铆钉的外观；
5. 保温盒开孔大小与实体应吻合；

三、可拆式保温

6. 检查保温盒分块，需要安装拆卸方便，接缝严密，记录多块保温块的施工顺序；
7. 保温钉的材料与保温外壳一致；
8. 保温卡扣安装位置合适，锁死时，保温牢固可靠。

可拆式保温



可拆式保温盒预制



法兰的可拆式保温安装形式

可拆式保温



管道可拆式保温外护板制作安装



最终可拆式保温检查

第三章 大型模块拼装及安装

一、大型模块拼装

1. 组装平台搭设及划出轴线、DP线、外廓线偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ 。
2. 子模块组对成组合件，注意组对尺寸和平面度。
3. 组合件竖立翻转并吊装至总装平台，过程中要有防变形工装以及吊装防变形措施。
4. 组合件总拼装，要保证模块整体尺寸、平面度和垂直度。
5. 预埋板、角钢梁、基础连接板等附件安装，确保安装位置在公差范围内。
6. 拼装过程要有防变形措施和成品保护措施。保证组对尺寸在公差范围内。
所有公差要求都是累积公差。
7. 子模块之间的水平基准面应能够符合维持模块的水平基准面的连续性。

一、大型模块拼装

8. 为确保覆板型预埋板、贯穿件、楼板支座和梁支座之类的构件在正确位置上，水平参考基准点应连续以及水平，偏差不大于3mm。
9. 垂直基准面应匹配一已确定的参考基准面，且应平行于已确定的参考平面，偏差不大于6mm。
10. 要做好防变形措施和成品措施，特别是对于双相不锈钢。
11. 最大限度的将平面度、垂直度、标高公差控制在最小范围内。
12. 附件的标高偏差一般为负偏差。
13. DP线及标高线要做好标识。
14. 剪力钉焊接完成后要进行弯曲试验。
15. 最终测量要尽量使用全站仪或水准仪，以提高测量精度。

二、大型模块安装

1. 基础复测放线→安装前准备→吊装→就位→固定→验收→成品保护
2. 模块吊装吊耳安装完成并检验合格，必要时，可进行吊耳载荷试验。试吊时，应水平提升模块，使模块脱离其支撑面的距离不大于200mm，静止5min，并检查吊车运转、吊索具受力、地基基础、模块下口水平度等情况。
3. 模块就位于基础上后，应通过测量控制仪器，测量其安装位置和垂直度。
4. 吊装过程中的重心；安装后的位置和垂直度。

大型模块拼装及安裝



CA03 拼装



CV01 拼装

大型模块拼装及安装

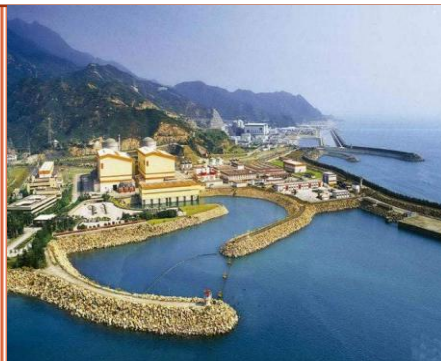


CA20拼装



CV三环吊装

谢谢！
THANK YOU !



服务 创新 共享 卓越