

翻 译 说 明

为了使从事核电工作的同志了解法国90万千瓦级压水堆核电站的情况，我们将法国“布热”核电站的“初步安全分析报告”译出。“初步安全分析报告”，在国外是作为申请批准建设核电站用的一个报告，报告侧重从安全和运行的角度对整个电厂作一概述，其中包括：选厂、各主系统、辅助系统、运行、事故分析及正常与事故时对环境的影响等。通过这个报告可以较全面地了解法国90万千瓦级压水堆核电站的情况，因此作为一个内部材料印出，可能对我们工作有一些帮助。这篇报告份量较大，由我局的同志译出，由于时间的限制，因此各卷的译名有不统一之处，又由于水平的限制，错误在所难免，请读者指正，并告知我局。这篇报告由湖北省电力设计院承担印刷工作，特此致谢。

本报告共分三卷及两个附录。

法 国 布 热 核 电 站 2—5号机组初步安全分析报告

第 二 卷

水利电力部核电局译

水利电力部核电局出版
湖北省电力设计院印刷

1978年12月

印数 0001—2500 册

内 部 发 行

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| 第一章 引言 | 1 |
| 第二章 土木工程—建筑物 | 3 |
| 2.1 设置原则 | 3 |
| 2.1.1 总则 | 3 |
| 2.1.2 平面布置 | 3 |
| 2.1.3 反应堆厂房 | 4 |
| 2.1.4 核辅助厂房 | 6 |
| 2.1.5 燃料厂房和东部外围厂房 | 6 |
| 2.1.6 西部外围厂房 | 7 |
| 2.1.7 汽机厂房 | 7 |
| 2.1.8 电气厂房 | 8 |
| 2.1.9 控制室 | 8 |
| 2.1.10 水泵站 | 8 |
| 2.1.11 柴油机厂房 | 8 |
| 2.1.12 变压器平台 | 8 |
| 2.1.13 储存区 | 9 |
| 2.1.14 冷水塔 | 9 |
| 2.2 核装置以外, 受规章管辖的非核装置 | 9 |
| 2.2.1 应用于单元机组安装的主要规程 | 9 |
| 2.2.2 有关装置 | 9 |
| 2.3 生物保护 | 10 |
| 2.3.1 生物的放射性保护屏蔽 | 10 |
| 2.3.2 设计依据 | 10 |
| 2.3.3 主屏蔽(反应堆压力壳堆坑)的作用 | 10 |
| 2.3.4 二次屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.5 安全壳屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.6 装卸料系统屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.7 装卸反应堆压力壳内部构件屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.8 核辅助厂房内部屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.9 控制室内部屏蔽的作用 | 11 |
| 2.3.10 位于厂外场地上的废液罐屏蔽的作用 | 11 |

| | |
|----------------------------|----|
| 2.3.11 放射性和保健物理测量 | 12 |
| 2.4 飞散碎片防护 | 12 |
| 2.4.1 内部飞散碎片 | 12 |
| 2.4.2 外部飞散碎片 | 12 |
| 2.5 结构的整体性—抗地震性能 | 13 |
| 2.5.1 总则 | 13 |
| 2.5.2 结构分类 | 13 |
| 2.5.3 允许的地震应力 | 14 |
| 2.5.4 地震特性 | 14 |
| 2.5.5 计算方法—法令 | 14 |
| 2.6 防火 | 14 |
| 2.6.1 总则 | 14 |
| 2.6.2 反应堆厂房 | 14 |
| 2.6.3 核辅助厂房 | 15 |
| 2.6.4 燃料厂房和东部外围厂房 | 15 |
| 2.6.5 西部外围厂房 | 15 |
| 2.6.6 电气厂房 | 15 |
| 2.6.7 汽机厂房 | 15 |
| 2.6.8 泵站 | 15 |
| 2.6.9 柴油机厂房 | 15 |
| 2.6.10 变压器平台 | 15 |
| 2.6.11 易燃物仓库 | 15 |
| 2.7 电站厂房内的环形通路 | 16 |
| 2.7.1 总则 | 16 |
| 2.7.2 非控制区 | 16 |
| 2.7.3 控制区 | 16 |
| 2.7.4 去向控制区的通路 | 16 |
| 第三章 核蒸汽供应系统和有关的安全系统 | 17 |
| 3.1 燃料和有关的零件 | 17 |
| 3.1.1 功用 | 17 |
| 3.1.2 设计基础 | 17 |
| 3.1.3 描述 | 19 |
| 3.1.4 运行 | 26 |
| 3.1.5 燃料组件和相应零件机械特性 | 28 |
| 3.1.6 安全评价 | 32 |
| 3.2 反应堆冷却系统 | 37 |
| 3.2.1 系统的用途 | 37 |

| | | |
|------------|----------------------|-----------|
| 3.2.2 | 设计基础 | 38 |
| 3.2.3 | 系统说明 | 44 |
| 3.2.4 | 安全评价 | 51 |
| 3.2.5 | 与安全有关的试验 | 53 |
| 3.2.6 | 首次全面检查和在役检查 | 54 |
| 3.3 | 燃料和反应堆设备储存和操作 | 59 |
| 3.3.1 | 总描述与功用 | 59 |
| 3.3.2 | 设计基础 | 61 |
| 3.3.3 | 设备描述 | 62 |
| 3.3.4 | 操作原则 | 69 |
| 3.3.5 | 设备特性 | 72 |
| 3.3.6 | 安全评价 | 73 |
| 3.4 | 安全注入系统(RIS) | 73 |
| 3.4.1 | 装置用途 | 73 |
| 3.4.2 | 设计基础 | 74 |
| 3.4.3 | 系统说明 | 76 |
| 3.4.4 | 运行原则 | 78 |
| 3.4.5 | 设备特性 | 80 |
| 3.4.6 | 安全 | 82 |
| 第四章 | 反应堆安全壳和喷淋系统 | 85 |
| 4.1 | 堆安全壳 | 85 |
| 4.1.1 | 安全壳的目的 | 85 |
| 4.1.2 | 设计基础 | 85 |
| 4.1.3 | 描述 | 87 |
| 4.1.4 | 贯穿件 | 89 |
| 4.1.5 | 安全壳整体监测 | 93 |
| 4.1.6 | 飞块防护 | 93 |
| 4.1.7 | 地震应力 | 93 |
| 4.1.8 | 失水时的应力 | 94 |
| | 第 I.4.1 节参考文献 | 94 |
| 4.2 | 安全壳喷淋系统 | 95 |
| 4.2.1 | 系统的目的 | 95 |
| 4.2.2 | 设计基础 | 95 |
| 4.2.3 | 描述 | 96 |
| 4.2.4 | 操作原则 | 96 |
| 4.2.5 | 设备特性 | 97 |
| 4.2.6 | 安全评价 | 98 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 第五章 核辅助系统 | 101 |
| 5.1 化学和容积控制系统 (RCV) | 101 |
| 5.1.1 功用 | 101 |
| 5.1.2 设计依据 | 101 |
| 5.1.3 概述 | 102 |
| 5.1.4 运行原则 | 102 |
| 5.1.5 一般特性 | 106 |
| 5.1.6 安全评价 | 120 |
| 5.2 余热去除系统 (RRA) | 121 |
| 5.2.1 功用 | 121 |
| 5.2.2 设计依据 | 122 |
| 5.2.3 概述 | 122 |
| 5.2.4 运行原则 | 123 |
| 5.2.5 设备特性 | 123 |
| 5.2.6 安全评价 | 124 |
| 5.3 设备冷却水系统 (RRI) | 125 |
| 5.3.1 功用 | 125 |
| 5.3.2 设计依据 | 125 |
| 5.3.3 概述 | 128 |
| 5.3.4 运行原则 | 128 |
| 5.3.5 设备特性 | 130 |
| 5.3.6 安全评价 | 130 |
| 5.4 RRI的公用水系统 (SEC) | 132 |
| 5.4.1 功用 | 132 |
| 5.4.2 设计依据 | 132 |
| 5.4.3 概述 | 133 |
| 5.4.4 运行原则 | 133 |
| 5.4.5 设备特性 | 135 |
| 5.4.6 安全评价 | 135 |
| 5.5 紧急公用水系统 (SEB) | 136 |
| 5.5.1 功用 | 136 |
| 5.5.2 设计依据 | 136 |
| 5.5.3 概述 | 136 |
| 5.5.4 运行原则 | 136 |
| 5.5.5 设备特性 | 137 |
| 5.5.6 安全评价 | 138 |
| 5.6 废燃料池的冷却及净化系统 (PTR) | 138 |

| | | |
|--------------|-----------------------|------------|
| 5.6.1 | 功用 | 138 |
| 5.6.2 | 设计依据 | 139 |
| 5.6.3 | 系统概述 | 139 |
| 5.6.4 | 运行原则 | 140 |
| 5.6.5 | 设备特性 | 141 |
| 5.6.6 | 安全评价 | 142 |
| 5.7 | 废物处理系统 | 143 |
| 5.7.1 | 排气及疏排水系统 (RPE) | 143 |
| 5.7.2 | 一回路排水处理系统TEP (即硼回收系统) | 147 |
| 5.7.3 | 废液处理系统 (TEU) | 155 |
| 5.7.4 | 废气处理系统 (TEG) | 161 |
| 5.7.5 | 固体废物处理系统 (TES) | 165 |
| 5.8 | 通风系统 | 170 |
| 5.8.1 | 反应堆厂房通风系统 | 170 |
| 5.8.2 | 核辅助厂房通风系统 | 174 |
| 5.9 | 其他系统 | 177 |
| 5.9.1 | 取样系统 (REN) | 177 |
| 5.9.2 | 氮气和氢气系统 (RAZ和RHY) | 182 |
| 第 六 章 | 二回路和辅助给水系统 | 185 |
| 6.1 | 二回路和能量排泄 | 185 |
| 6.1.1 | 系统的目的 | 185 |
| 6.1.2 | 设计依据 | 185 |
| 6.1.3 | 概述和运行原则 | 186 |
| 6.1.4 | 安全评价 | 190 |
| 6.2 | 辅助给水系统 | 191 |
| 6.2.1 | 系统的作用 | 191 |
| 6.2.2 | 设计和研究的依据 | 191 |
| 6.2.3 | 概述 | 192 |
| 6.2.4 | 运行原则 | 193 |
| 6.2.5 | 设备技术特性 | 194 |
| 6.2.6 | 安全评价 | 195 |
| 6.3 | 蒸汽发生器排污系统 | 196 |
| 6.3.1 | 装置的作用 | 196 |
| 6.3.2 | 设计依据 | 196 |
| 6.3.3 | 概述 | 197 |
| 6.3.4 | 运行原则 | 197 |
| 6.3.5 | 设备技术特性 | 198 |

| | |
|-------------------------|------------|
| 6.3.6 安全评价 | 198 |
| 第七章 通用辅助设备 | 201 |
| 7.1 水的生产与处理 | 201 |
| 7.2 辅助蒸汽和过热水 | 201 |
| 7.2.1 辅助蒸汽 | 201 |
| 7.2.2 过热水 | 201 |
| 7.3 压缩空气 | 201 |
| 7.4 防火保护系统 | 202 |
| 7.4.1 装置的目的 | 202 |
| 7.4.2 概述 | 202 |
| 7.4.3 假设的前提条件 | 204 |
| 7.4.4 安全评价 | 204 |
| 7.4.5 运用 | 205 |
| 第八章 电源 | 207 |
| 8.1 单元机组辅助装置的电源 | 207 |
| 8.1.1 辅助装置电源的一般原则 | 207 |
| 8.1.2 辅助装置安全电源的一般原则 | 207 |
| 8.1.3 用柴油发电机作为备用电源的辅助装置 | 207 |
| 8.2 电源系统的描述 | 209 |
| 8.2.1 用动力传输线供电 | 209 |
| 8.2.2 以电网作为辅助电源 | 209 |
| 8.2.3 ST.VULBAS站的构造 | 210 |
| 8.2.4 单元机组内部电源 | 210 |
| 8.2.5 配电系统设备的描述 | 210 |
| 8.2.6 辅助装置的配电 | 211 |
| 8.3 安全辅助装置的配电 | 211 |
| 8.4 电源的投入 | 211 |
| 8.4.1 外部电源 | 211 |
| 8.4.2 内部电源 | 212 |
| 8.5 试验 | 213 |
| 8.6 电源的安全分析 | 213 |
| 8.6.1 正常停闭 | 213 |
| 8.6.2 由于误动作引起的停闭 | 213 |
| 8.6.3 由于事故引起的停闭 | 215 |
| 8.6.4 辅助电源连接的故障 | 215 |
| “附录” | |

| | |
|---------------|------------|
| 1 辅助电源示意图 | (见图 I.8.1) |
| 2 辅助装置配电原则 | (见图 I.8.2) |
| 3 故障分析作用范围划分图 | (见图 I.8.3) |

第九章 仪表和控制 217

| | |
|-----------------------|-----|
| 前言—术语的定义 | 217 |
| 9.1 序言 | 218 |
| 9.2 仪表和控制的一般原理 | 219 |
| 9.2.1 概述 | 219 |
| 9.2.2 仪表和控制电源 | 221 |
| 9.2.3 低压和中压电气设备 | 222 |
| 9.2.4 自动控制 | 223 |
| 9.2.5 调节通道 | 226 |
| 9.2.6 数据处理 | 227 |
| 9.2.7 操纵装置 | 227 |
| 9.2.8 关于安装、布线和连接的规定 | 229 |
| 9.3 一般调节 | 231 |
| 9.3.1 设计标准 | 231 |
| 9.3.2 主调节系统 | 231 |
| 9.3.3 控制棒驱动机构的开动 | 233 |
| 9.4 保护系统 | 235 |
| 9.4.1 保护系统功用的定义 | 235 |
| 9.4.2 能够用于保护系统的一般标准 | 236 |
| 9.4.3 反应堆事故停堆子系统 | 237 |
| 9.4.4 工程安全子系统设计 | 241 |
| 9.4.5 允许系统“P” | 243 |
| 9.4.6 闭锁系统“C” | 245 |
| 9.4.7 保护系统试验 | 245 |
| 9.5 反应堆仪表 | 248 |
| 9.5.1 核仪表 | 248 |
| 9.5.2 堆芯探测仪表 | 255 |
| 9.5.3 反应堆冷却剂水的放射性测量 | 257 |
| 9.6 集中数据处理 | 258 |
| 9.6.1 用途和功能 | 258 |
| 9.6.2 KIT 摘要描述 | 258 |
| 9.6.3 数据的获得 | 258 |
| 9.6.4 逻辑或者开关变量的处理 | 259 |
| 9.6.5 模拟变量的处理 | 259 |

| | | |
|-------------|-----------------|------------|
| 9.6.6 | 数据显示 | 259 |
| 9.6.7 | “堆芯”功能 | 259 |
| 9.7 | 描述和实现 | 260 |
| 9.7.1 | 电站运行提示 | 260 |
| 9.7.2 | 仪表和控制系统 | 261 |
| 9.7.3 | 电源 | 263 |
| 9.7.4 | 对仪表和控制设备运行房间的分配 | 263 |
| 9.7.5 | 调节子系统 | 263 |
| 9.7.6 | 集中数据处理子系统 | 264 |
| 9.7.7 | 保护系统 | 264 |
| 第十章 | 堆芯物理 | 265 |
| 10.1 | 一般描述 | 265 |
| 10.1.1 | 堆芯几何 | 265 |
| 10.1.2 | 燃料组件 | 265 |
| 10.1.3 | 加浓度分区和燃料管理标准 | 265 |
| 10.1.4 | 控制棒束和中子源棒束的几何分布 | 266 |
| 10.1.5 | 中子通量测量设备 | 266 |
| 10.1.6 | 温度测量设备 | 267 |
| 10.2 | 堆芯的稳定状态 | 267 |
| 10.2.1 | 安全设计 | 267 |
| 10.2.2 | 反应性平衡 | 268 |
| 10.2.3 | 反应性余度的计算方法和定义 | 269 |
| 10.2.4 | 功率分布 | 270 |
| 10.3 | 堆芯热工水力学 | 272 |
| 10.3.1 | 燃料和设计依据 | 272 |
| 10.3.2 | 设计基本要求 | 273 |
| 10.3.3 | 燃料元件的热参数 | 273 |
| 10.3.4 | 膜态沸腾的参数 | 274 |
| 10.3.5 | 热管因子 | 276 |
| 10.3.6 | 汽泡含量的分布 | 276 |
| 10.3.7 | 堆芯一回路流量的分配 | 276 |
| 10.3.8 | 压降和水力学载荷 | 276 |
| 10.3.9 | 热力学不稳定性 | 277 |
| 10.3.10 | 控制棒束的冷却 | 277 |
| 10.3.11 | 可燃毒物棒的温度 | 277 |
| 10.3.12 | 堆芯热工水力学计算 | 278 |
| 10.3.13 | 堆芯内的测量 | 278 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 10.4 反应堆动力学 | 278 |
| 10.4.1 反应堆的控制原则 | 278 |
| 10.4.2 堆芯的稳定性和氙振荡 | 279 |
| 10.4.3 动力学参数 | 279 |
| 第十一章 电厂运行 | 283 |
| 11.1 概论 | 283 |
| 11.1.1 运行概貌 | 283 |
| 11.1.2 运行的指挥 | 284 |
| 11.1.3 配电 | 285 |
| 11.1.4 电厂系统概述 | 286 |
| 11.2 稳态运行 | 288 |
| 11.2.1 带功率运行 | 288 |
| 11.2.2 降功率运行 | 289 |
| 11.2.3 停堆工况 | 289 |
| 11.3 过渡过程 | 291 |
| 11.3.1 正常的过渡过程 | 291 |
| 11.3.1.1 起动 | 291 |
| 11.3.1.2 停堆 | 296 |
| 11.3.1.3 正常功率变动 | 297 |
| 11.3.2 偶然事件、事故, 设备的不能使用 | 300 |
| 11.3.2.1 概论: 保护系统 | 300 |
| 11.3.2.2 偶然事件 | 301 |
| 11.3.2.3 事故 | 307 |
| 11.3.2.4 设备的不能使用 | 312 |
| 11.3.3 过渡过程的次数 | 314 |

第一章 引言

第二卷为安全分析报告的叙述部分。它将从第一卷第四章“安全总则”内的各安全原则的观点出发，阐明对设计(材料选择、系统图等)、建造、安装和运行的分析。各系统均按同样程序进行叙述和分析。每个系统的典型程序如下：

1. 系统的作用
2. 设计依据
3. 概述
4. 运行原则
5. 安全评价
6. 建造、试验和检验
7. 测试

叙述将尽量简明扼要，而且只有对安全有关的重要部分，或者是为了对全面理解所必须的，才予叙述。

第二章 土木工程——建筑物

2.1 设置原则

2.1.1 总则

每一单元机组的主要建筑物有：

△由反应堆厂房和其外围厂房组成核岛，这些建筑是：燃料厂房，东区厂房，西区厂房和两个单元机组共用的核辅助厂房。

△电气厂房，包括有两个单元机组共用的控制室。

△汽机厂房，为两个单元机组共用。

围绕反应堆厂房的单元机组厂房的总平面布置，见图 I.2.1。这个平面布置与供参考的 Fessenheim 电站的不同点如下：

△Fessenheim 电站从阿尔萨斯运河引水，运河的水位高于地平面。由于这一点，泵站则简化为简单的引水口，该站的汽机厂房即建在地平面上。

△布热电站的水泵站从 Rhone 河引水。汽机厂房低于地平面 7 米。反应堆厂房的设备进口与 Fessenheim 电站一样。核辅助厂房和电气厂房在地平面以下 7 米有一附加层，电气厂房在地平面以下 3.40 米也有一附加层。

△布热电站的反应堆厂房、东西区厂房和燃料厂房，都在同一基础垫层上。

△Fessenheim 电站的主进口通道是通过汽机厂房的，但是布热电站的主进口通道则是通过电气厂房的南墙。

△布热电站的两个柴油机分厂房对接在汽机厂房的南北两端（每一个分厂房内，对每一单元机组，配备有一台备用柴油发电机组）。

2.1.2 平面布置（图 I.2.2）

布热电站的厂址，占地面积约为 90 公顷，处在 D20 号县公路与 Rhone 河之间，这一段河谷的走向是东北—西南。现场主要公路的中心段与 Rhone 河平行，有支路与县公路相连。主公路的两端有两条垂直的公路支线，划定了两个区域的边界：

△一个是外围区。已投入运行的气冷堆，在这个区的南部；正在安装的压水堆，在这个区的北部。

△另一个是中心区。中心区自南而北，预留了各个机组的位置，其中 1 号机已投入运行。

1 号机由防波堤进水口引水。排水的出口建筑物，建在厂址的南端，计划为各个机组共用。2、3 号机，位于 1 号机之北，布置如下：

△一部分建筑物和核辅助设备为两台机组共用。

△主建筑物的布置以适用为主，不强求对称。

从上述的考虑出发，发展为以下总布置：

△两台机组共用一个汽机厂房，一个电气厂房和一个核辅助厂房。

△两个反应堆厂房，布置在靠近 Rhone 河边，分别位于核辅助厂房的两侧，紧靠电气厂房。

△汽机厂房的东墙紧接电气厂房，其西墙外则为变压器、升压站。

△汽机厂房和燃料厂房铺有铁路专线。

四、五号机组，以同样布置，将安装在二、三号机组的北面。布热电站的二、三、四、五号机组，均由位于现场以北的水泵站供水。二、三号机的排水，将引向布热一号机排水渠。四、五号机补给水排水，凝汽器冷却水的排水，也将引入同一渠道。四、五号机的循环水，将在位于现场北面的冷水塔内冷却。

2.1.3 反应堆厂房

反应堆厂房包括安全壳内的所有的土木工程结构和所有组成安全壳的土木工程结构（图 I.2.3 到 I.2.7）。安全壳是一个内径为 37 米的圆筒体和一个圆顶盖，其顶点达到 249.09 米标高高程，即高于地平面 52.09 米。安全壳将详细叙述于第二卷第四章。

主屏蔽、二次屏蔽和反应堆换料水池，构成安全壳内的主框架结构。这个框架，在不同的高度上支承运行层，运行层又支承着有关设备、安全系统和装卸料机构。

2.1.3.1 反应堆压力壳周围的主屏蔽或称反应堆坑（图 I.2.3 到图 I.2.6）

反应堆压力壳周围的主屏蔽包括有支承压力壳的砼结构。它的高度是从安全壳的底部（193.50 米的高程）上升到压力壳顶盖的密封平面（207.85 高程）。反应堆坑的边墙向上延伸，以支承运行层（217.00 米高程），运行层供作去反应堆主泵的通道，同时在运行层上安装有换料机的轨道。在堆芯平面上有功率测量电离室。主屏蔽尺寸的大小要规定得能支承：

△压力壳的重量和主管道所产生的应力。

△主管道破裂情况下所施加的应力、压力壳边角处的跳超压力和压力壳施加于支承上的不对称应力。

正常工作时，主屏蔽用循环空气冷却，以限制混凝土过热并使脱水。相应的热量计算，要考虑压力壳的热损失和混凝土由于吸收辐照所产生的热量。

主屏蔽要对邻近的金属结构，保护其在反应堆运行时不受到过量辐照，而且要在反应堆停堆时，对反应堆厂房内各个区域的电站人员提供生物保护。

2.1.3.2 围绕主回路的二次屏蔽（图 I.2.3 到图 I.2.7）

二次屏蔽包括有环行桥式吊车的承重墙（即砼圆筒墙）和围绕反应堆冷却系统各分项设备的径向薄墙。钢筋混凝土的二次屏蔽，从空间支承并包围稳压器、稳压器泄压箱，反应堆主泵、主管道和蒸汽发生器。二次屏蔽从安全壳的底部（193.50 米高程）向上升到 232.00 米高程，并在这个高程上支承吊装笨重部件的环行桥式吊车的迴转轨道。安全壳内有自由空间的交通孔道，当反应堆冷却系统在这一区域内有泄漏时，将限制压力的上升。

二次屏蔽在 201.00 米高程上，有一层楼板与主屏蔽相联结，楼板层支承反应堆换料水池的支承墙径向薄墙，以封闭：

△三台中每一台蒸汽发生器。

△三台中每一台主泵。

△稳压器和稳压器泄压箱。

△换料孔道。

在193.50米高程上，安装了安全注入箱和余热去除系统的热交换器。在这一高程上的各隔离室中装有：

- △三套中的每一套通用通风设备，
- △主回路的排水箱和水泵，
- △堆芯测量设备，
- △化学和容积控制系统的回热器。

在197.00米高程上的一层楼板上，可以进行设备处理，这一楼层并划分为一些隔离室，以封闭除碘器，两套控制棒传动机构的通风设备和余热去除系统的一些水泵。

二次屏蔽的尺寸大小要能承受：

△设想的最严重失水事故所产生的过压压差，即主管道全断面断裂，而且断口两边的管道又不处在同一轴线上所产生的压差(参见第三卷第四章)。

△在正常情况或事故情况下，施加于管道和设备支承上的集中应力(如发生失水事故同时又伴有发生设计基准地震，在这种情况下，主泵或一台蒸汽发生器将施加的水力应力)。

二次屏蔽提供生物保护，当反应堆运行时，允许运行人员暂时进入安全壳与二次屏蔽之间的环形空间。径向薄墙提供生物保护，当反应堆停堆时，允许人员接近该区设备。

2.1.3.3 反应堆换料水池(图Ⅱ.2.3和Ⅱ.2.7)

反应堆换料水池，内部衬有不锈钢板，分为三个基本部分：

△反应堆部分。在207.86—217.00米高程之间。

△反应堆内部构件储存部分。在204.50—217.00米高程之间，紧邻于反应堆部分，这一部分的外墙壁构成二次屏，穿过外墙壁，以燃料元件输送管与燃料厂房相通。

△燃料元件输送机的翻转设备室和控制棒束排列存放站。

反应堆部分与内部构件储存部分，二者之间，可用存放于储存部分的沉箱，隔离分开。

在217.00米高程处，换料水池反应堆部分的边墙上，装有可移动板墙，以防护内部飞散碎片(从控制棒束机构中弹射出的飞出物)。换料时，这些可移动板墙将予拆除，存放在217.00米高程的荷载层上。这个荷载层使换料水池边墙与二次屏蔽墙相连接。

2.1.3.4 轨道组件与吊装设施

反应堆厂房内有下列吊装设施：

△换料机，其轨道在217.00米高程上，

△起吊笨重部件的环形桥式吊车，在232.00米高程上，以二次屏蔽圆筒墙支承。

△设备舱门的起重卷扬机，在213.00米高程上，以二次屏蔽墙支承。

此外，还装有单轨起重机，用以吊装余热去除系统的泵和风机(在201.00米高程分层上)和吊装内部测试装置(在217.00米高程分层上)。

2.1.3.5 环形道和通道

反应堆厂房的正常人行通路是经过核辅助厂房，通过一个205.00米高程上的密封门进入的(图Ⅱ.2.6)。

除了笨重部件外，一般设备是通过在197.00米高程上6.5米直径的设备通道口运入安全壳内的。设备通道口以螺栓、钢板封闭(图Ⅱ.2.4)。

在安全壳与二次屏蔽圆墙之间环形空间内，在安全壳环形墙上的197.00米、201.00米、

208.00米、212.00米、217.00米和230.00米等高程一周，设有步道。

最后，停堆后，通过环形步道可以进入到主设备室(主泵、蒸汽发生器)。

2.1.3.6 防护

主屏蔽和二次屏蔽构成生物防护并防备内部飞散碎片。另外还增加了一些屏蔽，以保护人员在处理设备时不受辐射。这些防护设施详述在第2.3节内。整个反应堆厂房对地震的防护，叙述在第2.5节内。

此外，隔开主泵的隔离间，可以防止火焰的蔓延。而且每一台泵间有其独自的消防设施(见第2.6节)。

2.1.4 核辅助厂房(图 I.2.8和 I.2.9)

这个厂房内有反应堆辅助系统的设备和回路，安全系统的设备和回路，放射性废液的储存和处理装置，以及电站运行所必需的一些专用房间如去污室、取样室、放射性固体废物装桶站等。此外，厂房内还有一些辅助装置如通风装置和吊装机械。

厂房的普通框架是钢筋混凝土的，上层则以金属框架复盖。

对于吊装操作，则备有单轨起重机和料斗，可以从一层楼到另一层楼进行倒运。

生物防护是用混凝土屏蔽以包围有放射性设备(见第2.3节)。

核辅助厂房的对称划分，可以防止火焰蔓延(见第2.6节)。在202.00米和205.00米高程上，南部和北部的电气廊道有喷水斜坡消防设施。

厂房的设计，能以承受地震。

进入厂房：

△通常情况下，人员通入厂房要通过位于电气厂房的一些装置(更衣室、淋浴室、卫生室)。保健物理控制，在人员出入口处。

△偶然情况下，笨重设备的运输，通过厂房靠江边、位于地平面上的设备通道口。保健物理控制，视操作处理情况，临时研究确定。

2.1.5 燃料厂房和东部外围厂房(图 I.2.3和 I.2.10)

这些建筑物的框架和上层结构，均是钢筋混凝土的。

a)这个厂房要保证处理运进反应堆厂房的新燃料和运出的废燃料。为了安全的理由，它独立于反应堆厂房，并与之隔离。事实上，当处理一个有放射性燃料元件，发生掉落情况时，将不需要停止机组的运行，因为燃料厂房与反应堆厂房是隔离的。燃料厂房有一个通风系统，它将通过位于核辅助厂房208.00米高程上的过滤器，排放空气。

燃料厂房分为两个部分。一个部分是去污水池(废燃料水池)及其输送燃料到反应堆的部分，和用于通风和冷却水系统的房间。另一个部分是新燃料储存部分。在装料斗内，有一个单独进口，可将新燃料输送罐运进厂房。新燃料储存在水池南侧的一些储存室内(容量约1/3的堆芯)，位于211.00—217.00米高程之间。新燃料用桥吊通过装料斗提升到储存室，桥吊有两个吊钩(容量为5吨和2吨)，其轨道在224.70米高程上。运输分两步进行。第一步，用5吨钩将输送罐运到受料平台。第二步，用2吨吊钩分别将每一个燃料组件提升到储存室。也利用2吨吊钩将燃料组件提升到水池。一旦燃料组件浸入水池，就用另一个2吨吊钩(步道吊)，将组件运到反应堆去，这个吊车的轨道如同辅助吊车一样，在224.70米的同一个高程上。

废燃料用格架储存在燃料水池内(4/3的堆芯容量)。2吨的步道吊可以将废燃料元件装进

罐内，罐则放置在水池中装料闸内可以放干的部位。用110吨的运输拖车，可将废料罐从装料闸内运往厂外。生物防护是由水池中的水和水池的砼墙壁来保证的(见第2.3节)。

有一个水箱用于储存换料用水，它位于布热2、4号机反应堆厂房的东北，3、5号机反应堆厂房的西南，安装在水池建筑物的同一基础垫层上。这个水箱的位置，靠近安全壳喷淋泵房和低压安全注入泵房，以缩短与水泵连接管道，并供水泵进口以足够水头。

b) 东部外围厂房。

这个厂房在197.00米高程上有一个地下室(见图 I 2.10)，其中一部分是安全设施间，室内的设备是为了减轻安全壳内事故严重程度的。这些设备是：

△两台安全壳喷淋电动泵。

△两台低压安全注入电动泵。

△生水管道和安全壳喷淋系统热交换器。

从核辅助厂房进入东部外围厂房，可通过一个在190.00米高程上的、平行于安全壳的联络廊道。在西南角的楼梯间，可以进到188.50米和217.00米高程间的各楼层。混凝土屏蔽可以防护内部飞散碎片和提供生物防护(见第2.3和2.4节)。因为是关系到安全的设备安装在这些厂房内，燃料厂房和东部外围厂房设计都是抗地震的。

在板墙下203米高程处的单轨起重机可以吊装电动水泵全套设备。

2.1.6 西部外围厂房

西区厂房位于反应堆厂房西部，在反应堆厂房和电气厂房之间，放在反应堆厂房与电气厂房的同一基础垫层上。从底部到顶层布置有：

△在190.00米高程上，布置有西区安全设施间，室内安装有蒸汽发生器的紧急给水汽动泵和两台电动泵。通过核辅助厂房，经位于190.00米高程上的通路，可以进入安全设施间。蒸汽发生器紧急给水储水箱，位于厂房外，但临近厂房，以缩短连接管道。飞散碎片防护和生物防护用混凝土屏蔽(见第2.3和2.4节)。由于这些设备的重要性，抗震防护是必要的(见第2.5节)。

△在197.00米高程上，布置有通向紧急给水泵、控制棒驱动机构供电室、电缆穿墙口和紧急给水管穿墙口的通路。去向紧急给水泵的通路，仅在安装和维修时使用，正常运行时则予关闭。

△在201.00米高程上，有线路和电气穿墙分层(A、B直流通道)。

△在204.00米高程上，有电气室，安装有蓄电池组、换流器、6.6千伏、直流、低压配电设备。通向201米和204米高程上的电气室，其通路要经过电气厂房。

△在208米高程上，安装有给水管道、蒸汽管道和一些隔离阀门、测试仪表电缆和电气厂房的通风系统。

△在216.50米高程上，安装有二回路的一些安全阀和泄压阀。

正个西部外围厂房是抗震防护的，由汽机厂房的东墙防护来自汽机的飞散碎片。另外，有一部分房间则是由电气厂房来遮蔽的。

2.1.7 汽机厂房(图 I 2.1和 I 2.8)

构成汽机厂房的所有土木工程结构，从基础到汽轮发电机层，其金属框架和厂房四周墙壁都是钢筋混凝土的。厂房内有三个主要区段：(1)检修区(2)汽轮发电机区(3)加热站和汽