

ICS

团 体 标 准

T/CNEA XXX-202X
代替 T/CNEA XXX-202X

核电厂三维数字化设计准则 布置设计

General technical requirements for 3D design of nuclear power
plant Layout design

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布
XXXX-XX-XX 实施

中国核能行业协会 发布

中国核能行业协会（China Nuclear Energy Association，CNEA）是经国务院同意、民政部批准设立的全国性非营利社会团体，成立于 2007 年 4 月 18 日。协会的中心任务是做好政府与会员单位之间、会员单位之间、国内与国际之间的沟通与交流，维护全行业和会员的合法权益，向政府建言献策，为企业排忧解难，努力发挥桥梁和纽带作用。制定中国核能行业协会团体标准（以下简称：核协团标），以满足我国核能行业标准化发展市场需求为导向，为核能行业和相关社会事业提供行业领先的标准化服务，是中国核能行业协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订核协团标的建议并参与有关工作。

核协团标按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

核协团标草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为核协团标予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国核能行业协会，以便修订时参考。

本标准版权为中国核能行业协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国核能行业协会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。

中国核能行业协会地址：北京市海淀区西三环北路 72 号世纪经贸大厦 B 座 28 层。

固话：010-88305833 传真：010-88305800

网址：<http://www.china-nea.cn> 电子邮箱：cnea_standard@vip.163.com

目 次

目次	II
前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 三维数字化设计总体技术要求.....	2
5 三维模型内容和精确度.....	2
6 三维设计过程控制.....	3
7 三维模型发布.....	7
附录 A.....	9

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则编写。

本标准起草单位：深圳中广核工程设计有限公司。

本标准起草人：林信军、李广胜、何炜亭、柴伟东、周志钢、严家福。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国核能行业协会不负责对其任何该类专利的鉴别。

本标准首次发布。

引 言

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX。

核电厂三维数字化设计准则 布置设计

1 范围

本标准规定了核电厂核岛、常规岛三维数字化设计的设计准则，电厂其他配套设施的三维数字化设计可以参考采用。

本标准适用于核电厂新建、扩建和改建工程的三维数字化设计，其他同等安全要求的核设施可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20004.1-2016 团体标准化 第1部分：良好行为指南

GB/T 1.1—2009 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写

3 术语和定义

3.1 三维数字化设计 3D Digital Plant Design

是指在三维数字化设计软件平台中建立各种专业三维模型，并在三维模型中协同开展专业布置、碰撞检查、综合布置、领域技术评价等布置设计活动，形成设计成品模型，最终利用模型进行施工图纸等各类设计文件生成的过程。

3.2 三维模型 3D Model

指在三维数字化设计软件平台中，对各类设施、设备、部件等核电厂对象的几何图形、物理特性、性能特征、功能特征的可视化的数字化表达。

3.3 三维建模 3D modeling

指利用三维数字化设计软件建立三维模型的过程。

3.4 层次结构 hierarchy

三维数字化设计软件中存储不同类型模型数据，体现其从属关系的树状结构。

3.5 元件库 catalogue

在PDMS的PARAGON模块中通过几何形状的组合、连接关系、碰撞形式及其他数据的描述表达的各类部件的集合，包括型钢及其他钢结构、管道、HVAC、桥架等。

3.6 等级库 specification library

按照一定规则进行分类的等级的集合。

3.7 模型类别 model type

根据专业分工、模型表达方式等将模型进行的分类，如管道、设备、桥架、风管、支吊架、钢结构等。

3.8 校审单元 checking unit

参与校审的PDMS三维模型的最小单元。

3.9 设计状态值 design status

用于表征三维数字化设计的模型进展状态的标记。

3.10 设计接口 design interfaces

各专业间设计模型在物理上和逻辑上的接口关系,包括位置关系、功能关联、实体接口、力学计算模型接口等。

3.11 模型固化 stabilizing of model

拷贝某个特定阶段的模型并存储在专用的存储空间,不再接受修改,形成该阶段的冻结模型的操作,可追溯查看阶段性成果。

3.12 碰撞检查 collision detection

在三维模型中进行物项布置空间占位检查,包括硬碰撞和软碰撞两种。

4 三维数字化设计总体技术要求

4.1 三维模型应采用应在统一的坐标系统,应与项目工程坐标一致。

4.2 各专业模型应采用统一的单位制,宜采用公制单位制开展设计,主要的单位类型及其精度宜按表1要求执行。

表1 模型单位制

类别	单位	精度
长度	毫米 (mm)	1mm
重量	千克 (kg)	0.01kg
角度	度 (°)	0.01°

4.3 不同专业的模型应进行适当的配色或贴图。

4.4 模型设计数据应存入数据库,数据库的设计应综合考虑项目设计方案研究、多专业三维综合、三维模型归档以及多单位协同设计的要求。

4.5 制定各专业物项统一命名规则。模型命名应包含机组、厂房、物项编号、物项类型代码等信息。

4.6 各类模型应在正确的层次结构下建立,依照规则正确命名。

4.7 在项目启动时应建立各专业元件库。元件库的建库责任部门应建立严密的工作流程确保元件库与设计输入一致。

4.8 应建立适应项目需求的三维模型数据管理制度,其中包括安全保密管理、系统运行、数据存储管理、系统故障、备份、容灾等方面内容。

5 三维模型内容和精确度

5.1 三维模型内容

5.1.1 应综合考虑工程实际需求、进度、抽图要求和模型数据量等方面要求确定模型内容。可按以下原则确定:

- 有空间占位要求的物项应予以表达;
- 操作和维修空间应表达;

- 对于不体现空间占位，但在电厂模型中实际存在的物项，如混凝土结构的配筋、预埋件的锚筋、设备地脚螺栓、桥架中的电缆等，可根据项目实际需要确定；
- 其他三维数字化设计辅助物项宜予以表达，如轴网、房间模型等。

5.1.2 三维模型的物项内容可参考附录 A 设置。

5.1.3 附加在三维模型上的属性也属于三维数字化设计内容，宜综合考虑工程设计、施工、运维和模型数据量等方面的需要予以设置。

5.2 三维模型设计阶段

三维模型设计深度要求应满足项目要求，并随设计进展逐步深化，设计阶段可分为：方案设计阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段。每个阶段的三维模型具体要求见第 6 章。

5.3 三维模型精确度

5.3.1 对于需要从模型中抽图并投影在图纸上的物项，其模型的尺寸和定位等特征，需要精确建模，应满足 4.2 节的精度要求。

5.3.2 对于仅体现空间占位的物项，应表达其最大占位尺寸、接管坐标等信息，局部细节可不精确建模。

5.3.3 物项安装、操作、运行和维修等需要的软空间应在模型中予以表达，用于碰撞检查，避免干涉。

6 三维设计过程控制

6.1 设计流程

6.1.1 三维设计阶段划分与项目设计阶段划分保持一致。初步设计和施工图设计阶段应开展三维设计工作，方案设计阶段是否开展按项目总体要求执行。

6.1.2 三维数字化设计采用如图 1 所示工作流程。

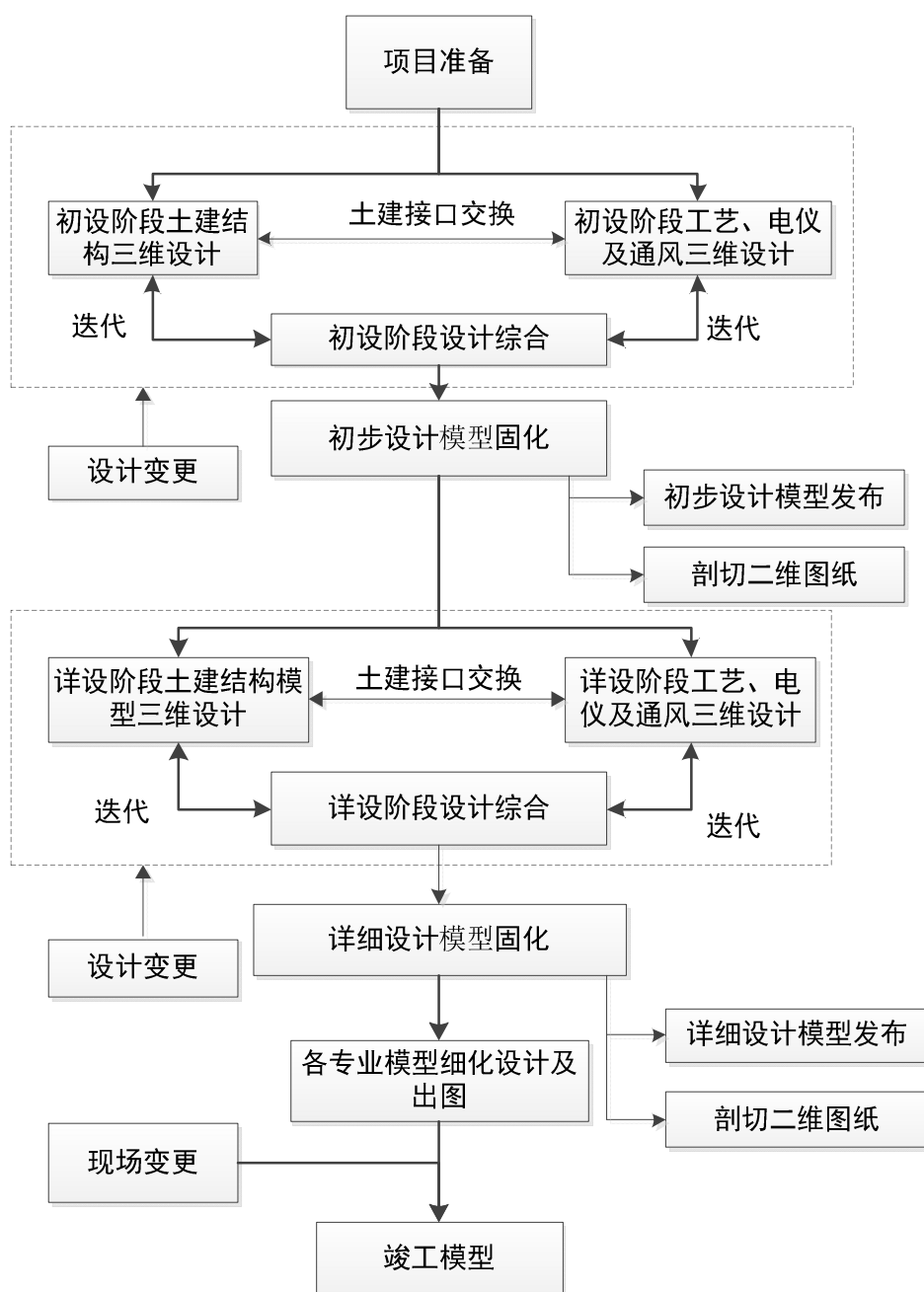


图 1 三维数字化设计流程

各阶段主要工作内容如下：

- 项目准备：进行三维数字化设计策划，搭建三维数字化设计软硬件平台，建立各专业元件库等工作；
- 专业三维数字化设计：各专业（土建结构、工艺、电仪和暖通）在三维数字化设计平台建立模型并进行校审，开展专业间设计接口交换，协同开展布置设计工作。分为初步设计阶段和施工图设计阶段；
- 设计综合：在三维模型中开展碰撞检查、综合布置方案优化、设计迭代等工作。分为初步设计阶段和施工图设计阶段；

- 模型固化：对三维模型进行评审确认，完成三维布置设计过程。分为初步设计阶段和施工图设计阶段。对固化模型的修改，需要进行三维数字化设计变更（见 6.7 节）；
- 剖切图纸：从固化的模型中剖切厂房布置图、报表等文件。分为初步设计阶段和施工图设计阶段。
- 模型细化设计及出图：在详细设计固化模型的基础上，进一步对模型局部进行细化（如增加焊缝）最终完成施工图纸出图工作。

6.2 组织和策划

6.2.1 为了保障三维数字化设计的有效实施，应在项目启动时建立本项目三维数字化设计相关的组织机构，并明确各岗位的工作职责及权限。

6.2.2 在项目设计策划阶段，对于本项目三维数字化设计的工作流程、工作方法等内容应以明确的程序形式予以固化，并满足质保要求。包括专业三维数字化设计技术规定，三维数字化设计固化评审规定，三维碰撞检查管理规定，三维数字化设计变更管理规定，三维数字化设计开口项管理规定，专业模型建模细则，三维模型数据层次结构说明等。

6.2.3 在项目和专业的设计策划中，应将三维数字化设计工作纳入到设计策划内容中。

6.2.4 在项目和专业的设计策划中，应将三维模型按设计的过程、成品文件进行策划和实施。

6.2.5 在进行项目策划时，应制定项目三维模型的应用目标，并根据应用目标对三维数字化设计过程进行策划。三维模型应用目标包括：

- 厂房总体布置方案比选和优化；
- 各专业间资料交换的媒体；
- 碰撞检查，以发现设计差错；
- 从三维模型中产生施工图纸；
- 工程信息提取和提供演示的可视化产品；
- 施工阶段对模型的需求；
- 竣工图模型；

核电厂三维模型宜综合考虑以上所有应用目标。

6.2.6 三维数字化设计策划应明确采用的三维软硬件平台、三维数字化设计范围、各阶段设计深度要求、设计节点划分、设计进度、碰撞检查、开口项管理和设计变更等要求。

6.3 校审及权限控制

6.3.1 三维模型和元件库设计人员资质要求应与本单位设计授权的资质要求相匹配，满足质保要求。

6.3.2 三维模型和元件库发布前应经过逐级校审流程，在上一级校审意见落实之前不准许提交下一级校审。三维模型校审过程应留有记录。

- 6.3.3 三维数字化设计账号权限应与设计角色相匹配。
- 6.3.4 三维数字化设计账号权限应根据项目要求进行设定，使设计人员仅能对有权限的模型进行修改。
- 6.3.5 三维数字化设计平台中对已固化的三维模型应控制修改权限。
- 6.3.6 三维数字化设计平台中对已发布的元件库应控制修改权限。
- 6.3.7 三维模型的权限控制应制定相应的规则和流程。

6.4 进度管理

- 6.4.1 在项目各设计阶段整体进度的基础上，进一步划分三维数字化设计单元进度。各设计单元设计进度应纳入项目设计进度管理范围。
- 6.4.2 三维数字化设计各设计阶段的设计单元可按厂房、楼层、房间、安装分区等不同的空间范围进行划分。例如，方案设计和初步设计阶段可将单体厂房划分为一个设计单元。施工图设计阶段按层、房间或安装分区划分不同的设计单元。
- 6.4.3 各设计单元的进度安排应按厂房标高自下而上进行排列。根据工程实际需要，部分需要提前的区域应相应提前。
- 6.4.4 宜采用设计状态值的方式对各专业三维模型进行设计进度管理。

6.5 碰撞检查管理

- 6.5.1 三维碰撞检查分为专业碰撞检查和项目综合碰撞检查两种类型。
- 6.5.2 专业碰撞检查应随时进行，专业在完成模型设计后及时针对该模型进行碰撞检查，识别并解决碰撞问题，避免将过多的碰撞问题遗留到项目综合碰撞检查阶段。
- 6.5.3 项目综合碰撞检查应在专业设计成果完成后统一进行，并形成综合碰撞检查报告。
- 6.5.4 项目综合碰撞检查时应确保模型的完整性，并屏蔽与检查无关的模型，以节省机时。
- 6.5.5 项目碰撞检查管理规定中应明确碰撞检查流程、碰撞检查最小单元、真假碰撞定义、专业避让原则等内容。
- 6.5.6 碰撞检查为三维模型成品质量保证的必要环节。未经碰撞检查的模型不应提交项目评审，相应的施工图纸不应分发到现场施工。
- 6.5.7 宜按单体厂房、廊道或分区等为单元进行项目综合碰撞检查。

6.6 开口项管理

- 6.6.1 项目上应建立三维数字化设计开口项跟踪管理机制，对开口项涉及的模型进行标识和跟踪管理。
- 6.6.2 在三维专项组织或三维数字化设计程序中应明确规定开口项打开和关闭的工作流程以及相应的工作职责。
- 6.6.3 带有开口项的图纸不宜发布到现场。如必须发布，则应对现场施工人员进行详细的交底，并制定控制措施。

6.7 变更管理

6.7.1 在模型已经固化或相关施工图纸已经出版，由于进一步考虑了核安全要求、先进技术要求、设备工艺要求或上游设计输入等因素，需对已固化的设计内容进行修改，应进行三维数字化设计变更。

6.7.2 对于三维数字化设计变更，应进行全面的分析，综合考虑设计、进度、采购、接口等各方面因素。

6.7.3 对于三维数字化设计变更的分析和实施，应由原三维模型的设计人员进行。当不满足此条件时，变更实施者应全面了解原设计方案。

6.7.4 应确保三维数字化设计变更最终落实到图纸和文件上。文件和图纸变更的管理流程按本单位设计变更管理程序执行。

6.7.5 变更后的三维模型应及时归档到固化数据库，并进行标记，便于后续追溯。

6.8 接口管理

6.8.1 项目应制定在三维模型中进行接口交换的程序规定，并满足质保要求。

6.8.2 宜采取技术手段，使三维数字化设计专业间的设计接口在三维数字化设计软件平台中进行，以提高专业间协同配合工作效率。

6.8.3 应采取手段对三维模型中进行接口交换的数据进行存档以用于后续的追溯，包括三维模型数据和对应的模型清单。

6.9 模型固化

6.9.1 三维数字化设计模型应根据设计阶段，逐步深入，分阶段固化。三维数字化设计过程按方案设计、初步设计、详细设计三个阶段固化和发布。

6.9.2 三维数字化设计模型固化分为专业固化和项目固化两个层面。专业内部校审无误后进行专业固化，然后发布模型到项目多专业协调的数据库。

6.9.3 项目上应制定模型固化评审会议要求，对项目节点的模型固化开展设计评审。

6.9.4 三维数字化设计固化工作按项目上划分的设计单元进行。

6.9.5 三维模型固化后，应将已固化模型进行独立的归档管理及存储。固化模型禁止任何用户进行修改，只为用户提供查阅权限。

7 三维模型发布

三维模型的发布应遵守以下原则：

- a) 三维模型的发布应基于固化模型发布；
- b) 应按照三维模型发布流程进行发放，发布的模型应为不可修改状态；
- c) 模型在发布前应进行必要的清理，需要时，可去除与下游用户使用无关的信息；
- d) 模型发布时，应根据不同应用场合确定其所包含的模型内容、设计参数等信息。例如，可将模型发布成轻量化的模型，用于对模型调用速度较高的场合；

- e) 下游用户应以发布模型作为设计输入；
- f) 应在项目数据库中对模型数据进行版本控制，并体现修订过程。

附录 A

核电厂三维模型覆盖范围

A.1 土建结构：

- 墙体和楼板
- 楼梯
- 门、窗
- 墙洞、楼板孔洞及套管
- 梁和柱
- 设备的混凝土基础
- 需要和其它物项配合的预埋件（如集水坑等）
- 预埋板
- 结构夹层、二次浇注构件等

A.2 钢结构：

- 龙门架
- 钢平台的柱、梁和托架
- 简化格栅（包括切口）/钢敷板（花纹钢板）
- 爬梯和扶手
- 钢楼梯
- 护栏（如需要）

A.3 机械设备

在工艺系统流程图中所列机械设备，均应在三维模型中体现，尤其是以下类型的设备。

- 钢制安全壳
- 各类容器
- 热交换器
- 泵及其驱动器
- 柴油机
- 制冷机
- 各类泵
- 乏燃料池
- 机械贯穿件

- 设备支撑结构（基础、阻尼器等）
- 设备闸门、人员闸门
- 各类吊车
- 装卸料设备

一般不要求在模型中表达停机换料大修或安装期间所使用的临时设备。

A.4 工艺管道：

三维模型应包含所有系统设计的管道，同时应包含以下附加信息：

- 管道走向
- 管路阀门和仪表接口
- 在线管附件（法兰、限流孔板、测量孔板、喷淋头等）
- 支吊架
- 焊缝信息
- 保温需求及厚度

A.5 暖通风管和设备：

通风系统流程图中所有的设备和部件都应建在三维模型中，主要包括，

- 风机
- 暖通贯穿件
- 过滤器
- 吸附器
- 冷热盘管
- 空调、净化箱体
- 风阀
- 风口
- 风管（包括保温层）
- 风管支吊架

A.6 电气和仪控设备：

- 配电盘
- 开关柜
- 控制柜
- 电气柜支架

- 电气贯穿件
- 蓄电池
- 变压器
- 主控制室盘柜
- 仪表管及其支架
- 各类仪表、仪表架
- 通讯设备
- 电气、仪控小三箱

A.7 电缆和电缆桥架：

- 桥架支架
- 桥架的锚固板

A.8 建安辅助物项：

- 轴网
- 安装基准点

A.9 虚拟物项：

- 房间
 - 安装分区
 - 防火、防水淹分区
 - 辐射分区
-