

ICS 35. 240. 10
CCS P 07

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 0213—2022

石油化工工程三维数字化设计导则

Guide for 3D digital design of petrochemical engineering

2022-06-24 发布

2022-09-23 实施



中国石油和化学工业联合会 发布



前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 三维数字化设计流程 2

5 接口 3

6 三维数字化设计系统的建立及维护 3

7 设备三维数字化设计 4

8 管道三维数字化设计 5

9 建筑三维数字化设计 6

10 结构三维数字化设计 8

11 自控三维数字化设计 8

12 电气、电信三维数字化设计 9

13 暖通三维数字化设计 9

14 三维模型颜色 10

15 三维模型审查 12



本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件主要起草单位：中石油吉林化工工程有限公司。

本文件参加起草单位：中国成达工程有限公司、中国石化工程建设有限公司、中蓝长化工程科技有限公司、中国昆仑工程有限公司、华陆工程科技有限责任公司、中石油华东设计院有限公司、惠生工程（中国）有限公司、河北诚信集团有限公司、西安陕鼓动力股份有限公司工程技术分公司、江苏启安建设集团有限公司、中国医药集团联合工程有限公司、南京三方化工设备监理有限公司、新疆化工设计研究院有限责任公司。

本文件主要起草人：王钰铭、蒋飞、李有、姜波、张少辉、陈晓川、李科、张元琦、林中、解美仙、贾坤、钱晓丽、朱寅森、路文利、王常青、余杰。



石油化工工程三维数字化设计导则

1 范围

本文件规定了石油化工工程三维数字化设计过程、接口、系统建立及维护、设备、管道、建筑、结构、自控、电气、电信、暖通三维数字化设计要求、三维模型颜色及三维模型审查要求。

本文件适用于石油化工工程的三维数字化设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3181 漆膜颜色标准

GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

HG/T 20519 化工工艺设计施工图内容和深度统一规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

三维数字化设计 3D digital design

采用三维数字化设计软件进行工程设计的过程，即设备、管道、建筑、结构、自控、电气、电信、暖通等专业在同一三维设计平台进行全比例三维实体建模，并利用所建模型抽取相关材料清单、生成设计成品文件等过程。

3.2

三维模型 3D model

三维数字化软件设计的工厂（装置）模型。

3.3

三维数字化技术支持 3D digital technology support

三维数字化设计过程中提供三维数字化设计系统管理以及数据库建立、维护支持的人员。

3.4

三维（数据）备份 3D (data) backup

创建三维数字化设计数据副本。

3.5

逻辑支吊架 logical supports and hangers

模型中表示支吊架的逻辑符号。



3.6

物理支吊架 physical supports and hangers
模型中的实体支吊架。

3.7

三维（数据）质量检查 3D（data）quality inspection

在三维数字化设计过程中应进行数据库与模型一致性检查、数据及模型完整性检查和合规性检查。

3.8

三维模型审查 3D model review

三维模型建立过程中针对所建模型是否满足工艺要求、是否有碰撞、是否满足操作及检修要求进行的检查。

4 三维数字化设计流程

4.1 三维数字化设计基本流程

三维数字化设计的基本流程见图 1。

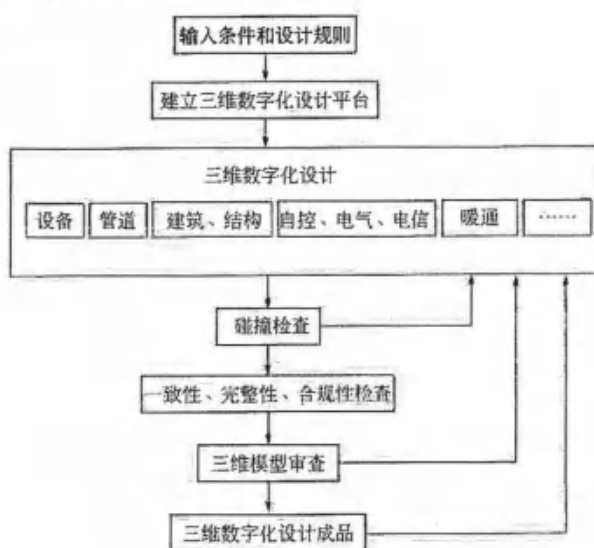


图 1 三维数字化设计的基本流程

4.2 三维数字化设计实施阶段

三维数字化设计宜从初步设计（基础设计）阶段开始至竣工图阶段结束，其具体要求包括：

- 初步设计阶段，宜采用三维数字化设计的方式进行设计；
- 施工图（详细设计）阶段，应采用三维数字化设计的方式进行设计；
- 施工过程中，对于变更的内容，应进行三维数字化设计修改；
- 竣工图阶段，应以终版三维数字化设计成品作为竣工图设计成品。

4.3 三维数字化设计依据

三维数字化设计应依据相关专业条件、相应阶段评审意见和相关技术资料进行。



4.4 三维数字化设计涉及的专业

三维数字化设计宜涵盖工艺、设备、管道、建筑、结构、自控、电气、电信、暖通等专业。

5 接口

5.1 数据发布

在三维数字化设计系统中，各专业间应以数据发布的方式实现对不同阶段和版次接口的衔接控制。

5.2 数据保存及修订

三维数字化设计各专业的设计内容及状态应通过数据库保存和记录，并通过改变数据状态实现数据的管理和信息共享。

各模块的设计数据应具有单一的数据源，并自动传递至其他模块。

5.3 三维数字化设计软件接口

应力计算、结构计算、施工模拟及深化设计等软件宜与三维设计软件建立接口，实现数据传输、转换。

6 三维数字化设计系统的建立及维护

6.1 三维数字化设计项目作业指导书

作业指导书应具有详细描述项目完整过程的功能，包括：

- a) 相关产品的软件安装；
- b) 项目环境配置；
- c) 建立项目的工作流程；
- d) 用户访问权限的设置；
- e) 坐标系统的设置；
- f) 三维数字化设计系统中项目数据的备份与电子入库；
- g) 三维数字化设计系统操作指南。

6.2 三维数字化设计技术支持

应配备专职三维数字化设计技术支持人员，其工作内容包括：

- a) 编写项目作业指导书；
- b) 硬件选定和操作系统的安装；
- c) 制定软硬件的安全隔离策略；
- d) 软件服务环境建立；
- e) 项目应用环境建立；
- f) 全程参与后台数据库建立；
- g) 定制设计成品的种子文件；
- h) 对在线数据进行备份和恢复；
- i) 对在线数据进行入库归档；



j) 对用户给予软件技术指导。

6.3 三维（数据）备份

在项目运行过程中应配备专人负责三维数字化设计数据的备份，其工作内容包括：

- a) 建立完整的项目数据备份计划；
- b) 在错误产生情况下，应及时恢复项目数据及项目文件；
- c) 对项目实施自动备份设置，应保留最近1周的日备份、最近4周的周备份和最近3个月的月备份，周备份和月备份应是全局备份。

7 设备三维数字化设计

7.1 设计内容

设备三维数字化设计应根据设备图（包括非标设备装配图和定型设备厂家返回条件图）、设备布置图建立设备及其附属的梯子和平台模型。

定型设备厂家返回的三维模型宜导入三维数字化设计平台中。

7.2 设计要求

7.2.1 设备三维模型建立

设备三维模型建立应符合以下要求：

- a) 宜采用参数化法建模，外形复杂的设备可使用基本元素组合法；
- b) 设备位号应与设备图、P & ID 中的设备位号一致；
- c) 设备模型应体现检修、操作空间以及设备绝热；
- d) 设备模型属性宜包括绝热代号及厚度。

7.2.2 设备管口三维模型建立

设备管口三维模型建立应符合以下要求：

- a) 设备管口模型应输入管口号、管径、压力等级、连接面连接形式等；
- b) 设备管口模型名称应与设备图一致。

7.2.3 设备基础三维模型建立

设备基础三维模型建立应符合以下要求：

- a) 设备基础建立分为设备基本元素组合与结构建模两种方式；
- b) 项目设计初期宜采用设备基本元素组合方式，结构专业设备基础终版图纸提交后宜采用结构建模方式。

7.3 校审要点

设备三维模型校审要点应包括：

- a) 设备及其管口命名是否与 P & ID 图中的位号一致；
- b) 设备定位是否正确；
- c) 设备外形尺寸是否与设备图一致；
- d) 设备外形是否满足碰撞检查和生成平面定位图的要求；
- e) 设备检修起吊维护空间预留是否合理；



- f) 设备管口定位、类型、规格是否正确。

7.4 设计成品

宜依托设备三维模型生成设备布置图和设备管口方位图。

8 管道三维数字化设计

8.1 设计内容

管道三维数字化设计应包括但不局限于以下内容：

- a) 公称直径为 $DN15(\frac{1}{2}in)$ 及以上管道组成件；
- b) 设备和管道上的仪表；
- c) 工艺与仪表的附件；
- d) 有检修、操作空间要求的预留空间；
- e) 管道支吊架。

8.2 设计要求

管道三维数字化设计应符合以下要求：

- a) 管道应输入或选择与 P & ID 相同的工艺单元号、管段号、材料等级、介质代号和管径；
- b) 管道应输入或选择绝热及伴热代号、绝热厚度；
- c) 管道应输入或选择介质流向；
- d) 应力管道应输入应力系统号；
- e) 坡度管道应输入管道坡度；
- f) 夹套管道应包含外管和内管、跨接管线；
- g) 利旧、成套设备附属管道等不需要统计材料，但应建模的管道在管道模型完成后应将管道及管件材料统计属性关闭；
- h) 设计分区中的管道宜以自然断点（法兰面或焊点）分界；
- i) 管道支吊架可采用逻辑支吊架或物理支吊架两种类型；
- j) 逻辑支吊架应输入支吊架代码，并表示准确位置；
- k) 物理支吊架应体现支吊架代码、材料及准确外形。

8.3 校审要点

管道三维模型校审应包括以下要点：

- a) 管道三维模型校审宜按图 2 执行；
- b) 应校审管道与所有设施之间是否碰撞；
- c) 应进行管道三维模型的数据一致性检查、模型完整性、合规性检查；
- d) 应校审管道支吊架位置、型式设计是否合理，应力管道支吊架型式的一致性。



图2 管道三维模型校审流程图

8.4 设计成品

管道三维数字化设计成品宜包括管道布置图、管道轴测图和材料清单等，其中管道布置图与管道轴测图应符合以下要求：

- a) 管道布置图
 - 1) 管道布置图应包含管道模型及设备、建构筑物、电缆桥架、通风管道等参考模型；
 - 2) 管道布置图标注参照 HG/T 20519 的要求。
- b) 管道轴测图
 - 1) 生成管道轴测图之前应与本区域有关的其他模型关联，包括设备模型和管道模型；
 - 2) 管道轴测图应包含管道走向、管道标高、管道元件位置与尺寸、管道接点及拐点处坐标、与该管道连接的管道或设备名称、管道安装材料表、建北方向标、流向、图签、管道所在流程图号。

9 建筑三维数字化设计

9.1 设计内容

建筑三维数字化设计宜包括墙体、楼（地）面、屋面、室内外设施等。



9.2 设计要求

9.2.1 轴网

轴网属性中需包含轴网原点的坐标信息，包括轴网原点在场地中对应的 XYZ 坐标数值以及正北方向等数据。

9.2.2 墙体三维模型

墙体三维模型设计应符合以下要求：

- a) 应建立外墙模型，石化装置厂房还应建立内墙模型；
- b) 应建立门窗洞口模型，石化装置厂房还应建立门窗过梁模型；
- c) 石化装置厂房应建立墙体上重要孔洞模型。

9.2.3 屋面三维模型

屋面三维模型设计应符合以下要求：

- a) 应根据建筑图建立屋面最终面层模型；
- b) 石化装置厂房应建立屋顶开孔模型；
- c) 宜建立女儿墙、挑檐、天沟、上人屋面栏杆、屋面检修梯、出屋面楼梯间等屋面附属设施模型。

9.2.4 楼梯、电梯三维模型

楼梯、电梯三维模型设计应符合以下要求：

- a) 建筑物应建立室外楼梯模型；
- b) 石化装置厂房还应建立室内楼梯模型、电梯井道及门洞位置模型。

9.2.5 楼（地）面三维模型

石化装置厂房楼（地）面三维模型设计应符合以下要求：

- a) 楼（地）面高度应以建筑完成面标高为准；
- b) 宜建立预制设备基础等预留构件模型；
- c) 宜建立管沟、排水沟模型；
- d) 应建立池、坑及相关附属设施模型；
- e) 应建立围堰模型；
- f) 应建立楼（地）面孔洞模型。

9.2.6 室外工程三维模型

室外工程三维模型设计应符合以下要求：

- a) 应建立可能影响建筑附近管廊、设备等设施的雨棚、挑台、台阶等各种挑出构件模型；
- b) 应建立装置围堰、围堤等构筑物模型。

9.3 校审要点

建筑三维模型校审应包括以下要点：

- a) 尺寸是否准确；
- b) 建筑物位置是否满足总图要求；



- c) 完成的建构筑物模型的预留孔洞、基础等尺寸、标高是否满足相关专业要求；
- d) 可开启门、窗扇是否与周围管廊、管道和设备相撞；
- e) 穿墙的设备、管道等是否与门、窗洞口冲突；
- f) 地面管沟、排水沟等起止位置是否与相关设施正确连接，走向是否满足要求；
- g) 楼梯的设置是否满足要求。

10 结构三维数字化设计

10.1 设计内容

结构三维数字化设计应包括地面以上结构及土建基础工程。地面以上结构应包含梁、柱、支撑、楼板、平台、楼梯、栏杆、结构孔洞等，土建基础工程应包括结构构件基础、基础梁、设备基础、桩基、承台、水池、地沟等。

10.2 设计要求

结构三维模型设计应符合以下要求：

- a) 应根据构件的顶部标高、底部标高、截面尺寸及截面方位角等建立竖向构件（柱、柱间支撑、剪力墙、基础和设备基础等）模型；
- b) 应根据构件的顶部标高、截面尺寸及截面方位角等建立梁、板、水平支撑等水平构件模型。

10.3 校审要点

结构三维模型校审应包括以下要点：

- a) 结构构件的平面位置；
- b) 结构构件（结构基础、设备基础、梁、板、柱、支撑、墙、水池、地沟）的截面尺寸、截面方位角、结构顶标高或埋入高；
- c) 审查结构构件与相关专业的碰撞；
- d) 结构构件设计的合理性（结构体系是否合理、构件是否合理）是否满足要求；
- e) 构件及构筑物的一致性、完整性是否满足要求。

11 自控三维数字化设计

11.1 设计内容

自控三维数字化设计应包括电缆桥架、接线箱、穿线管、保温（护）箱、现场控制柜和分析小屋等三维模型。

11.2 设计要求

自控三维模型设计应符合以下要求：

- a) 建立自控电缆桥架、接线箱、保温（护）箱、现场控制柜的元件库，宜按照元件等级进行分类，各部件应注明材质、规格；
- b) 三维模型中宜标识自控电缆桥架、接线箱、保温（护）箱、现场控制柜、分析小屋与轴线的相对位置及标高；
- c) 仪表设备外形尺寸准确，取源点位置符合仪表安装及测量要求，并考虑检修平台及抽取空间。



11.3 校审要点

自控三维模型校审应包括以下要点：

- a) 自控电缆桥架、接线箱、保温（护）箱规格及标高是否合理；
- b) 接线箱、保温（护）箱、现场控制柜、分析小屋的摆放位置是否合理；
- c) 操作及检修空间是否合理；
- d) 模型与所有设施（包括设备、管道、支吊架、结构、平台等）之间是否有碰撞；
- e) 应进行模型的数据一致性、完整性、合规性检查；
- f) 仪表设备外形尺寸是否与设计相符，取源点位置是否符合仪表安装及测量要求，是否考虑检修平台及抽取空间。

11.4 设计成品

自控三维数字化设计成品宜包括自控电缆桥架平面布置图、仪表接线箱平面布置图和现场仪表平面布置图等。

12 电气、电信三维数字化设计

12.1 设计内容

电气、电信三维数字化设计应包括电缆桥架、设备模型。

12.2 设计要求

电气、电信三维模型设计宜符合以下要求：

- a) 应输入电气、电信电缆桥架编号、标高及规格；
- b) 宜建立配电箱、动力检修箱、现场电控柜、现场操作柱等电气设备模型，并输入设备位号；
- c) 宜建立手动报警按钮、扩音对讲站、监控摄像头、检测探头等电信设备，并输入设备位号。

12.3 校审要点

电气、电信三维模型校审应包括以下要点：

- a) 模型与所有设施（包括设备、管道、支吊架、结构、平台等）之间是否有碰撞，定位是否准确；
- b) 操作及检修空间是否合理。

12.4 设计成品

电气、电信三维模型设计成品宜包括电气、电信电缆桥架布置图等。

13 暖通三维数字化设计

13.1 设计内容

暖通三维数字化设计宜包括通风和空调风管道、管件模型和通风、空调、供暖设备及散热器模型。



13.2 设计要求

暖通三维模型设计宜符合以下要求：

- a) 应考虑风管道绝热厚度；
- b) 管件模型应包括风口、风阀、四通等。

13.3 校审要点

暖通三维模型校审应包括以下要点：

- a) 暖通设备的模型尺寸、位置；
- b) 风管道模型的尺寸、位置；
- c) 模型与所有设施（包括设备、管道、支吊架、结构、平台等）之间是否有碰撞；
- d) 风口的遮挡情况；
- e) 操作及检维修空间。

14 三维模型颜色

14.1 三维模型标准色卡

三维模型的建筑物、构筑物、设备及管道色样参照表 1 执行。

表 1 三维模型标准色卡

颜 色	色 卡	颜 色	色 卡
天酞蓝 PB09 RGB: 132, 201, 255		银 RGB: 175, 193, 194	
蓝灰 PB09 RGB: 45, 92, 122		白 RGB: 255, 255, 255	
海蓝 PB05 RGB: 12, 99, 193		黑 RGB: 0, 0, 0	
淡（酞）蓝 PB06 RGB: 59, 106, 176		管道紫 P02 RGB: 111, 47, 143	
淡（铁）蓝 PB07 RGB: 52, 105, 157		乳白 Y11 RGB: 250, 241, 202	
中酞蓝 PB04 RGB: 0, 0, 99		象牙黄 Y04 RGB: 255, 246, 177	
苹果绿 G01 RGB: 199, 217, 195		淡黄 Y06 RGB: 254, 227, 16	
艳绿 G03 RGB: 3, 97, 23		中黄 Y07 RGB: 255, 162, 7	
海灰 B05 RGB: 191, 195, 199		橘黄 YR04 RGB: 244, 79, 4	
中灰 B02 RGB: 127, 131, 134		大红 R03 RGB: 203, 7, 9	
表中所列出编号的色样均根据 GB/T 3181 制定。 管道紫的色样根据 GB 7231 制定。			

14.2 设备模型颜色设置

设备模型颜色设置宜按表 2 的规定执行。

表 2 设备模型颜色对照表

序号	设备类型	模型颜色
1	静止设备	银
2	工业炉	银
3	锅炉	银
4	机械设备	天酞蓝
5	钢烟囱	银
6	火炬	银
7	消防设备	大红
8	其他	根据实际需求设定

14.3 管道模型颜色设置

管道模型颜色设置宜按表 3 的规定执行。

表 3 管道模型颜色对照表

序号	管道类型		模型颜色
1	物料管道	一般物料	苹果绿
		酸、碱	管道紫
2	公用物料管道	水	艳绿
		污水	黑或白
		蒸汽	银
		空气及氧	天酞蓝
		氮	中黄
		氨	淡黄
3	紧急放空管		大红
4	消防管道		大红
5	仪表空气管		天酞蓝
6	其他		根据实际需求设定

14.4 建筑、结构模型颜色设置

建筑、结构模型颜色设置宜按表 4 的规定执行。



表4 建筑、结构模型颜色对照表

序号	名称	模型颜色
1	梁	橘黄
2	柱	大红
3	铺板、踏板	蓝灰
4	栏杆(含立柱)、护栏、扶手	淡黄
5	梯子	蓝灰
6	彩钢板	天酞蓝
7	墙	白色
8	屋面	蓝
9	门、窗、洞口	浅(铁)蓝
10	其他	根据实际需求设定

14.5 自控、电气、电信模型颜色设置

自控、电气、电信模型颜色设置宜按表5的规定执行。

表5 自控、电气、电信模型颜色对照表

序号	设备类型	模型颜色
1	自控、电气、电信设备	海蓝
2	自控电缆桥架	橘黄
3	电气电缆桥架	海蓝
4	电信电缆桥架	象牙黄
5	其他	根据实际需求设定

15 三维模型审查

15.1 三维模型审查工作阶段划分

三维模型审查宜按工作量的30%、60%、90%三个阶段进行。

15.2 三维模型审查专业及人员

15.2.1 审查专业

三维模型审查宜由工艺、设备、管道、建筑、结构、自控、电气、电信、暖通等专业共同完成。

15.2.2 审查人员

三维模型审查人员宜由项目(设计)经理、三维设计模型各专业负责人、校审人员、业主代表及其他相关方组成,如特殊需要可另外聘请相关行业专家。



15.3 三维模型审查程序

三维模型审查宜按以下顺序进行：

- a) 审查准备；
- b) 模型审查；
- c) 审查记录；
- d) 审查更正；
- e) 审查关闭。

15.4 审查准备

三维模型审查前，相关设计人员应提供以下资料：

- a) P & ID；
- b) 设备布置图；
- c) 管道表（标识需审查管道）；
- d) 设备图；
- e) 关键管系的应力分析管道轴测图；
- f) 建筑、结构图；
- g) 总平面布置图；
- h) 前期模型审查记录。

15.5 模型审查

15.5.1 模型审查要求

三维模型审查宜符合以下要求：

- a) 三维模型审查内容按照设计要求和建模要求确定；
- b) 三维模型审查按照区域和模型划分。

15.5.2 30%阶段三维模型审查

30%阶段三维模型审查应包括以下内容：

- a) 设备布置及设备安装方案；
- b) 有特殊要求的设备管口方位；
- c) 建筑物框架、建筑物外形、建筑物地下基础承台；
- d) 主要操作通道及梯子位置；
- e) 长周期供货管道、贵重金属管道、特殊要求管道、关键应力管系及其他重要管道；
- f) 火炬主管道；
- g) 所有道路及预留的逃生路通道；
- h) 管廊位置、层数、标高、尺寸；
- i) 主要通风管道、电气及仪表电缆桥架；
- j) 固定吊车和吊车轨道；
- k) 设备抽芯空间、检修空间等维修区域；
- l) 全厂性管廊及地下管网；
- m) 全厂性道路。



15.5.3 60%阶段三维模型审查

60%阶段三维模型审查应包括以下内容：

- a) 针对 30%阶段三维模型审查后做出重大设计修改部分的复查及确认；
- b) DN150 (6 in) 及以上物料管道、公用工程管道；
- c) 各区域或单元的地下管网；
- d) 设备平台梯子，阀门操作平台；
- e) 安装在设备上的仪表；
- f) 建筑物模型，钢平台、梯子、栏杆等模型；
- g) 固定消防设施及消防系统（喷淋系统、消防水管道、固定消防炮、雨淋阀组、消防栓、消防箱等）；
- h) 仪表电缆桥架、电气电信电缆桥架外形及位置；
- i) 结构模型；
- j) 地沟和地坑位置；
- k) 安全设施位置。

15.5.4 90%阶段三维模型审查

90%阶段三维模型审查应包括以下内容：

- a) 三维模型全部完成后的各专业模型；
- b) 针对 60%阶段三维模型审查后做出重大设计修改部分的复查及确认。

15.6 审查记录

审查记录应符合以下要求：

- a) 宜使用三维审查软件的相关功能查看校审意见；
- b) 宜使用其快照功能，将校审意见形成图片；
- c) 三维模型审查结束后均应将审查意见和相关信息存储。

15.7 审查更正

审查更正应符合以下要求：

- a) 三维模型审查后，审查人员应将审查意见整理成正式文件；
- b) 设计人员将审查意见按顺序号列出，标识于硬（软）拷贝视图，并准确反映审查意见所描述的区域；
- c) 审查意见的内容应能在视图中显现；
- d) 设计人员在完成审查意见的修改后，应提供修改模型或硬（软）拷贝视图提交校审人员确认。

15.8 审查关闭

设计人员对模型修改经审查人员确认后，审查关闭。



中国石油和化学工业联合会
团体标准

石油化工工程三维数字化设计导则

T/CPCIF 0213—2022

出版发行：化学工业出版社

（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

北京科印技术服务有限公司数码印刷分部

880mm×1230mm 1/16 印张1¼ 字数34千字

2022年9月北京第1版第1次印刷

书号：155025·3311

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定价：40.00元

版权所有 违者必究