

AutoCAD Plant 3D 在大型复杂工艺设施的应用

赵路阳

高级工程师 | zhaoly@ihep.ac.cn



About the speaker

赵路阳

中国科学院高能物理研究所高级工程师，热能工程专业硕士，工作经验超过10年。

2009年~2018年参建大科学装置“中国散裂中子源”（CSNS, China Spallation Neutron Source），任空调及压缩空气系统负责人，该项目2018年通过国家验收；

2018年至今参建大科学装置北京高能同步辐射光源（HEPS, High Energy Photon Source），负责压缩空气及冷却风系统；

2019年至今任南方光源研究测试平台（SAPS-TP）公用设施分平台主任，负责建筑及公用设施的全过程协调与管理。

对大型公用设施完整的设计、集成、安装、调试的全过程有着深入的工作经历，在进度把控、风险管理、多专业协调等方面有丰富的经验。

主要内容—AutoCAD Plant 3D在大型复杂工艺设施的应用

特点--大型复杂工艺设施

规模 / 精细度 / 配合度

定位--AUTOCAD PLANT 3D在项目实施过程的角色

现状 / 角色 / 选用原因

难点—AUTOCAD PLANT 3D在参与过程中，与其它的困难之处

精细度 / 元件库 / 多专业

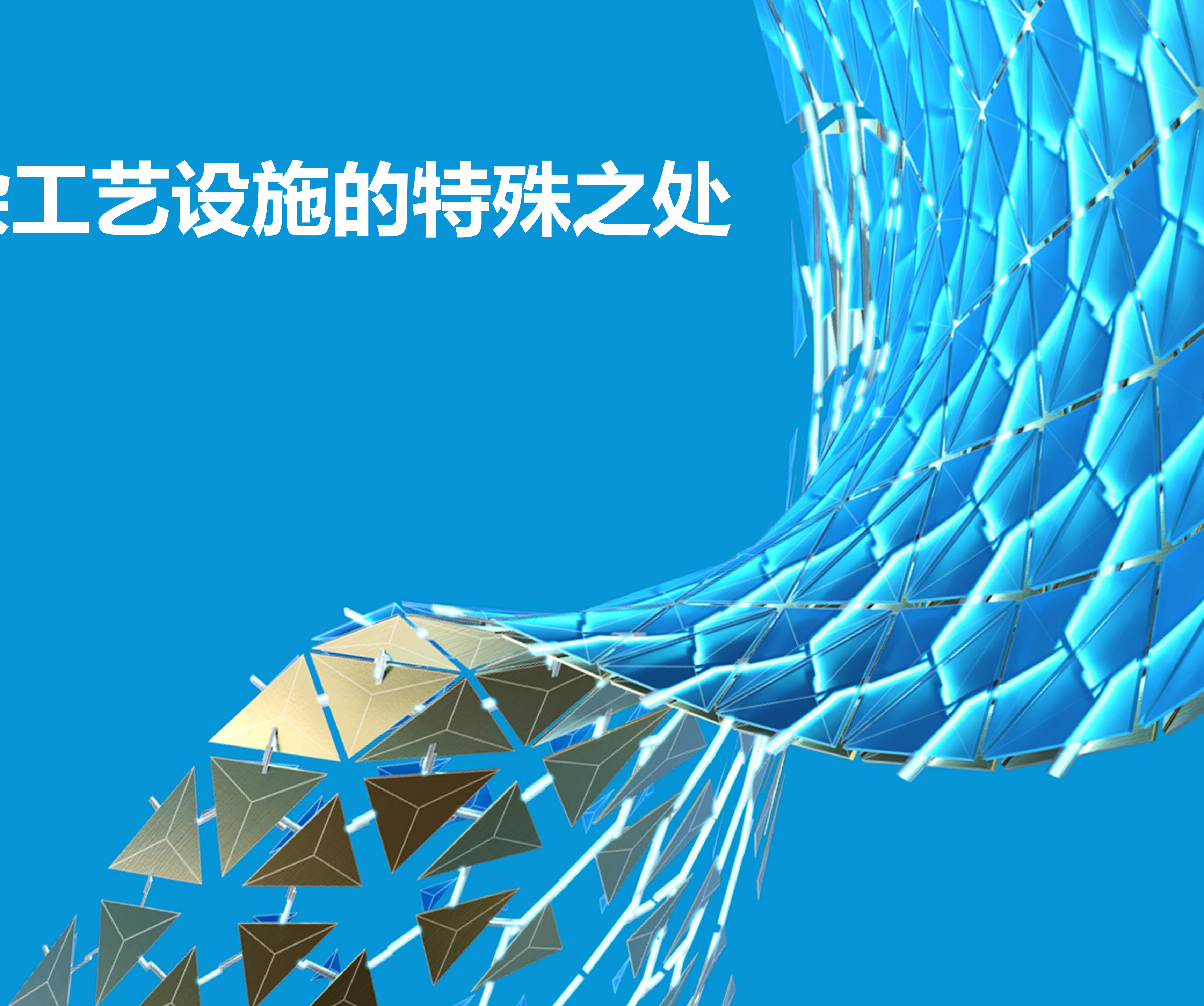
建议—项目实施过程中的解决方案

元件库 / 标准化 / 避坑指南（UCS、简化、自建模型等）

受众

AutoCAD Plant 3D用户交流 / 大型 / 复杂工艺设施

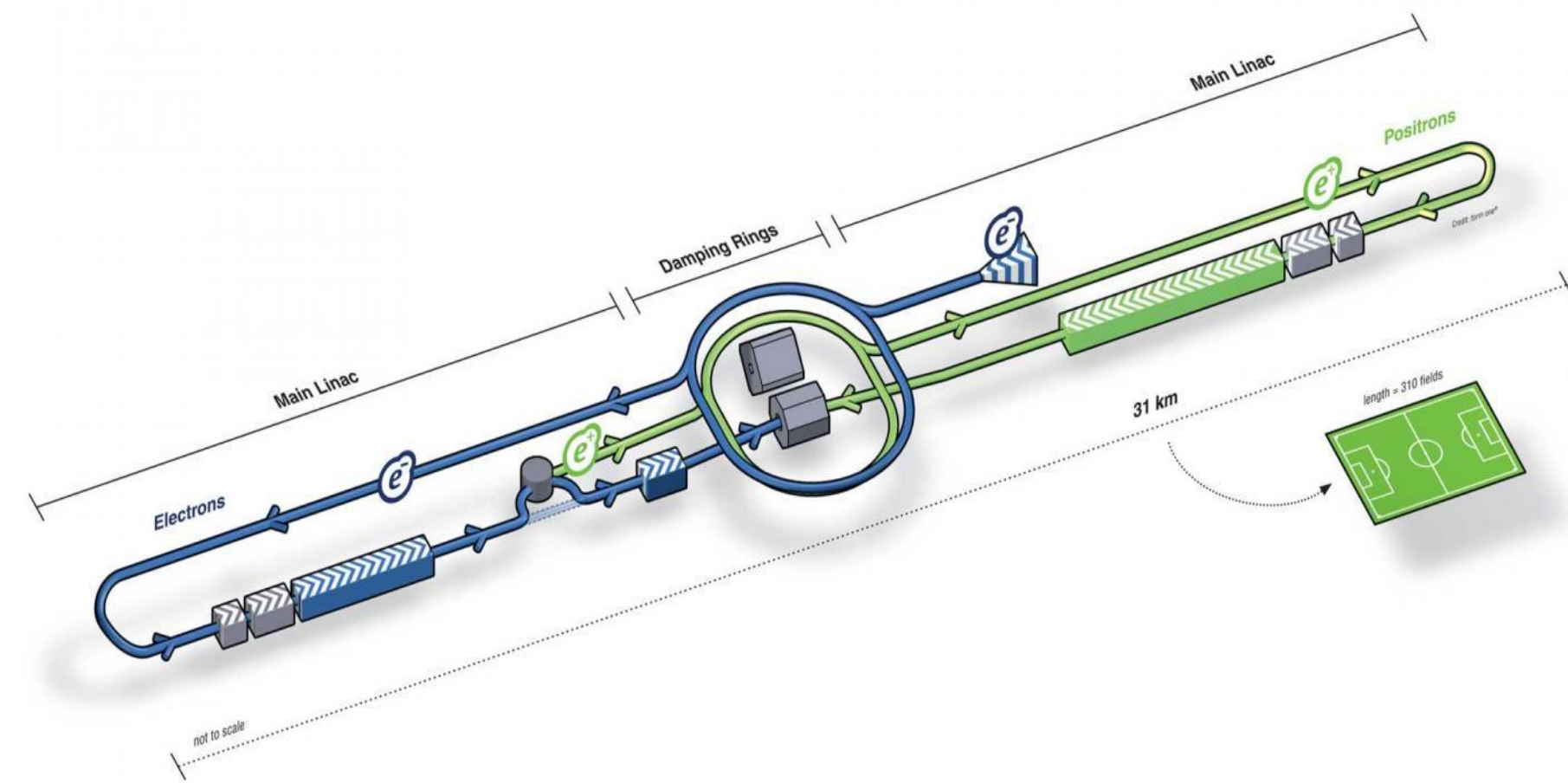
特点--大型复杂工艺设施的特殊之处



特点1--规模大

- 占地大

- 以前沿应用为主的第四代光源，储存环长达数百米至1公里多
- 探索新粒子特性的大型高能加速器，隧道长数十公里甚至上百公里。



International Linear Collider(Japan)
32km



Large Hadron Collider (EU)
27km

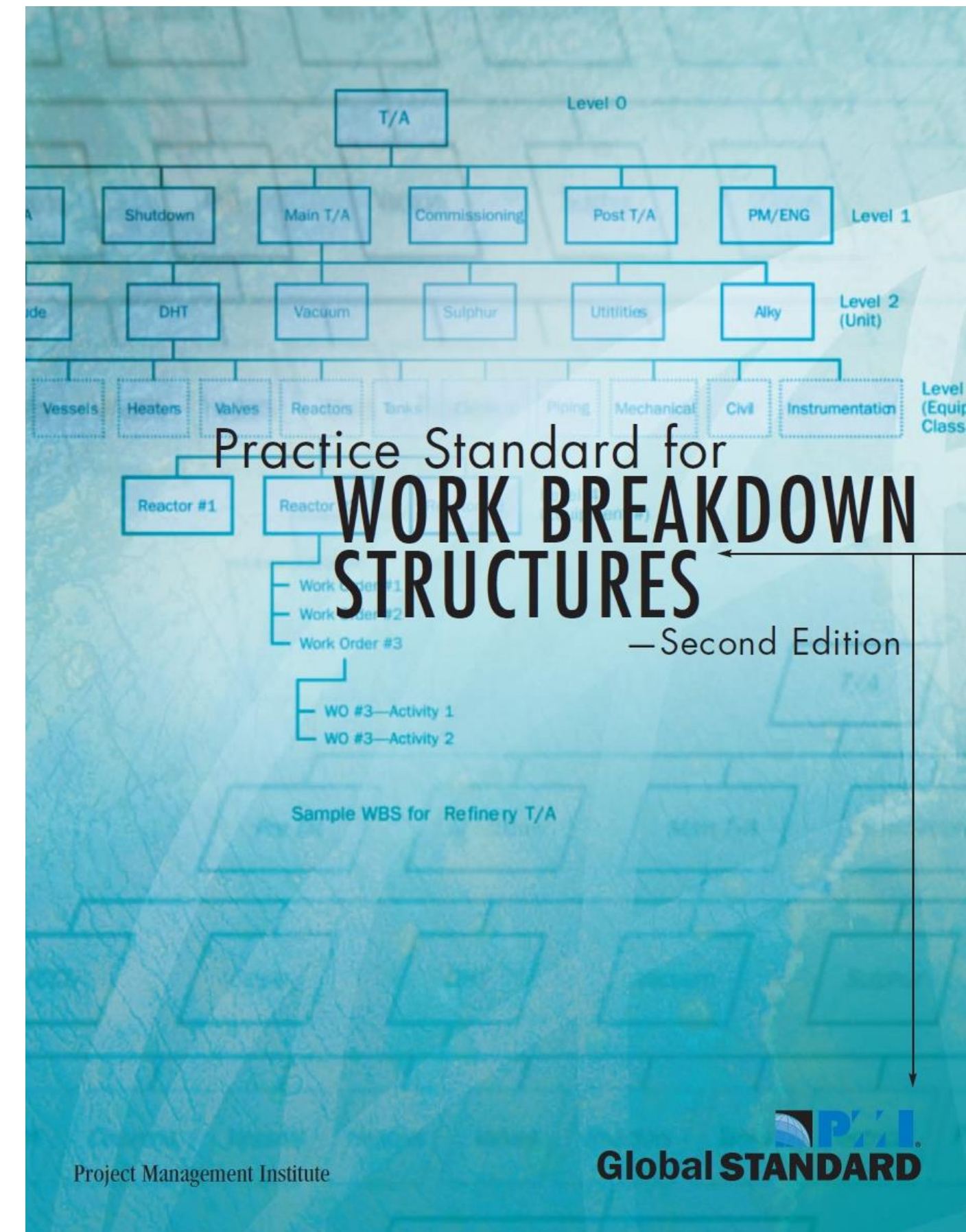
Future Circular Collider(EU)
100km
CEPC?

特点1--规模大

资源繁多，多级管理（WBS \geq 7级），相互耦合，迭代更新

- 设备材料
- 资产管理
- 进度管理
- 经费管理

日常：4d、5d、6d全靠手动，暂无真正自动化方案

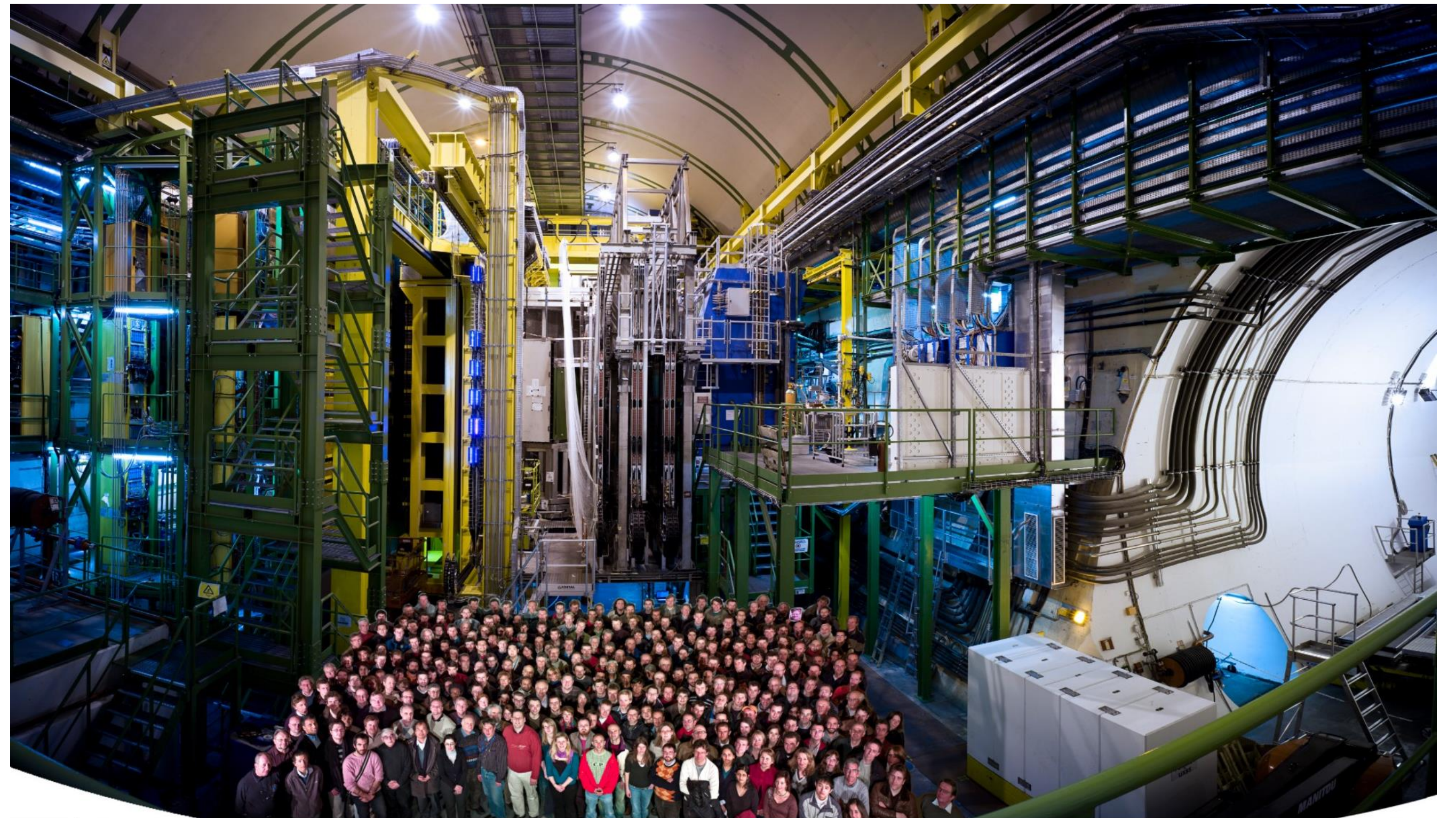


特点1--规模大

- 参建人员规模大：
 - 人员多
 - 层级繁杂
 - 沟通确认要提早

水下踢球

人人要多面手，小百科



A team for Large Hadron Collider

特点2—精细度高

- 设备安装精度高：

设想拳头大的刚性管道，里面是高能粒子，绕跑1km，对配套机械设备的精度？27km？100km？

微米级：单台单组设备

毫米级：总体精度

- 配套管线精度高：

现场手工制作弧形管道

软管定制长度

线缆定制长度



J-Parc RFQ

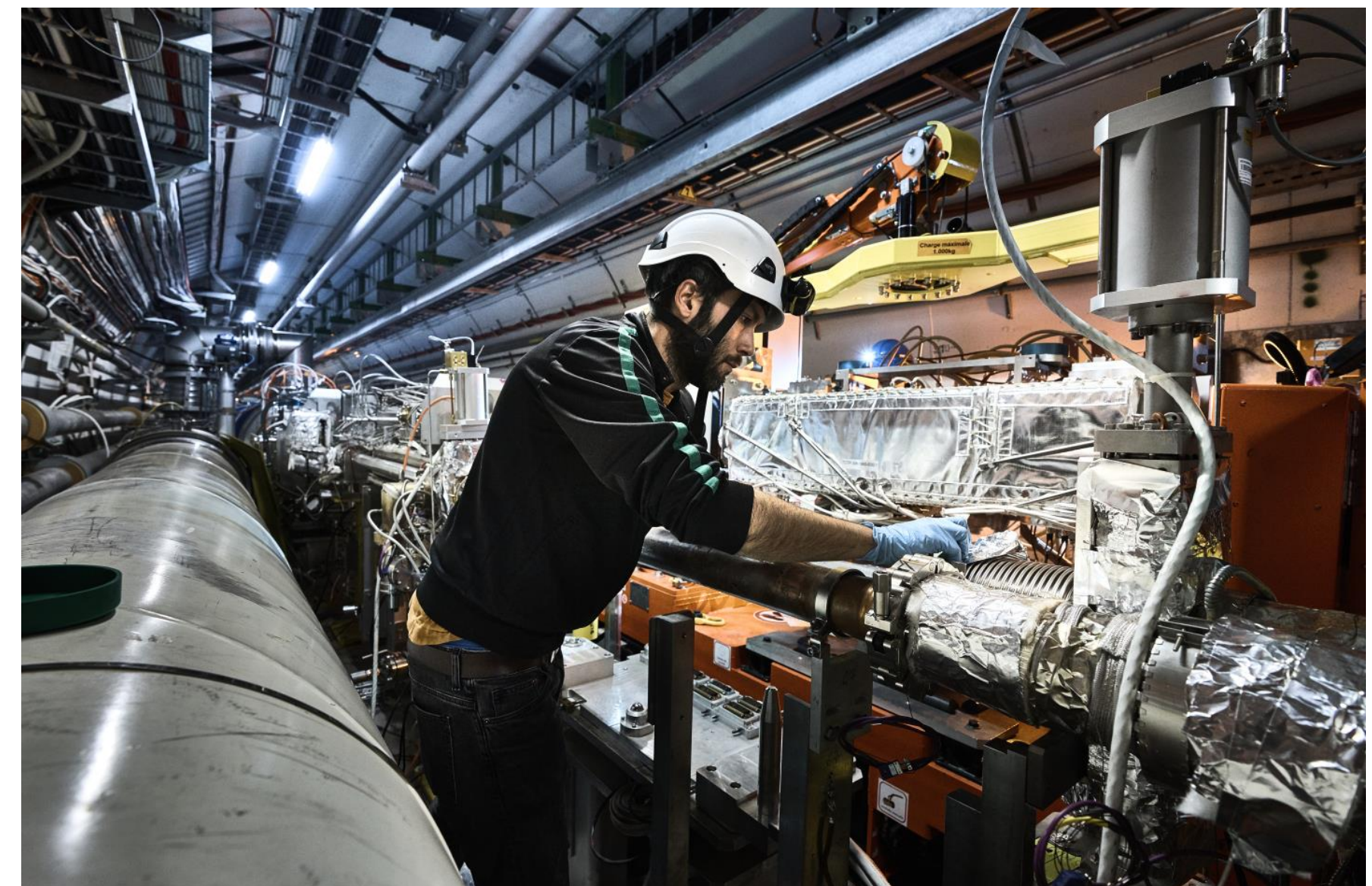
特点2—精细度高

- 空间利用率高

空间狭小，高效利用

非标定制，每个支架都要考虑是否定制

维保团队前期介入



特点3—配合度高

- 主工艺设备之间的空间配合
自我约束
干涉协调机制
多方案最优解

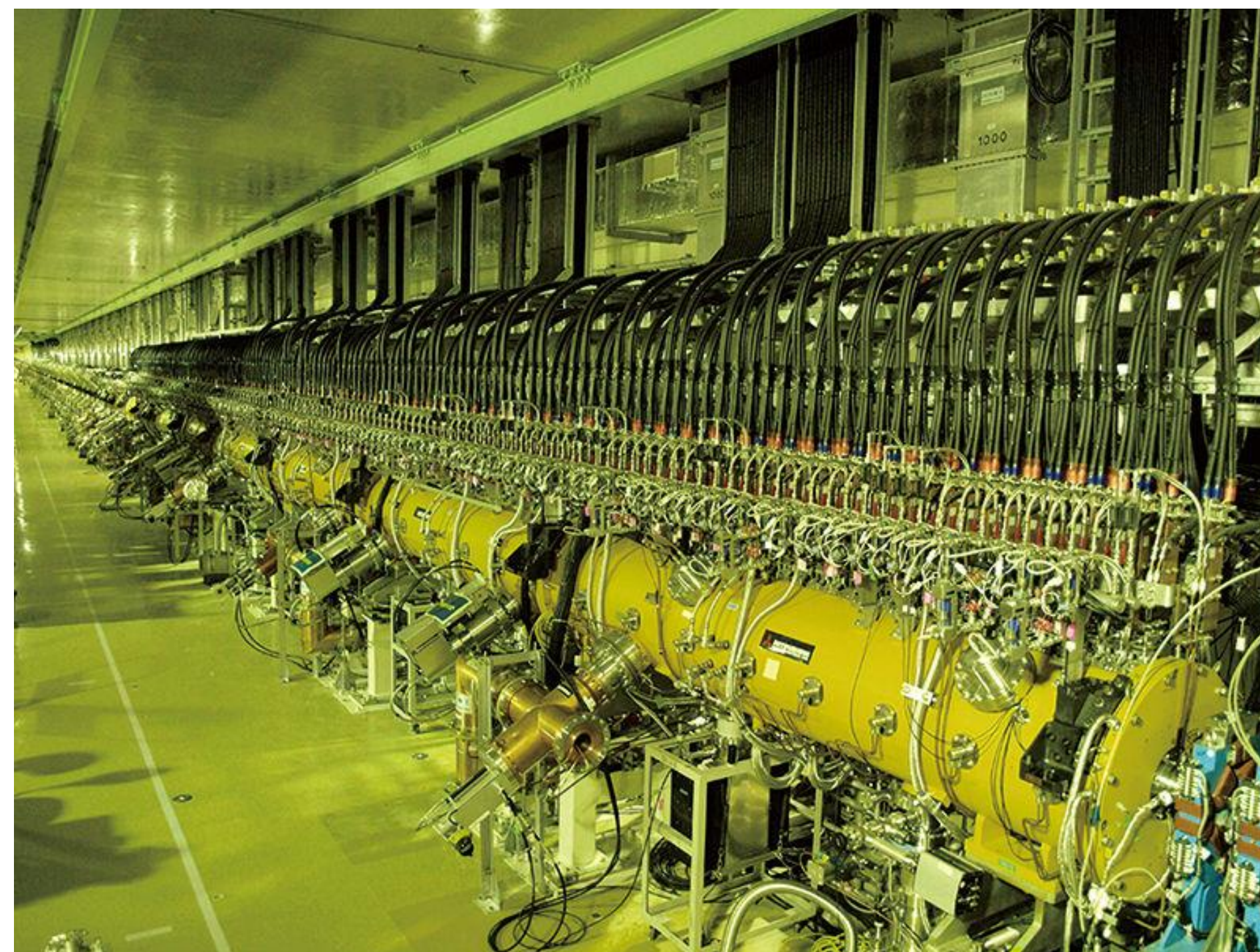


特点3—配合度高

- 主工艺与配套管线配合

建模 / 预演 / 样机 / 优化 / 工序 / 检修

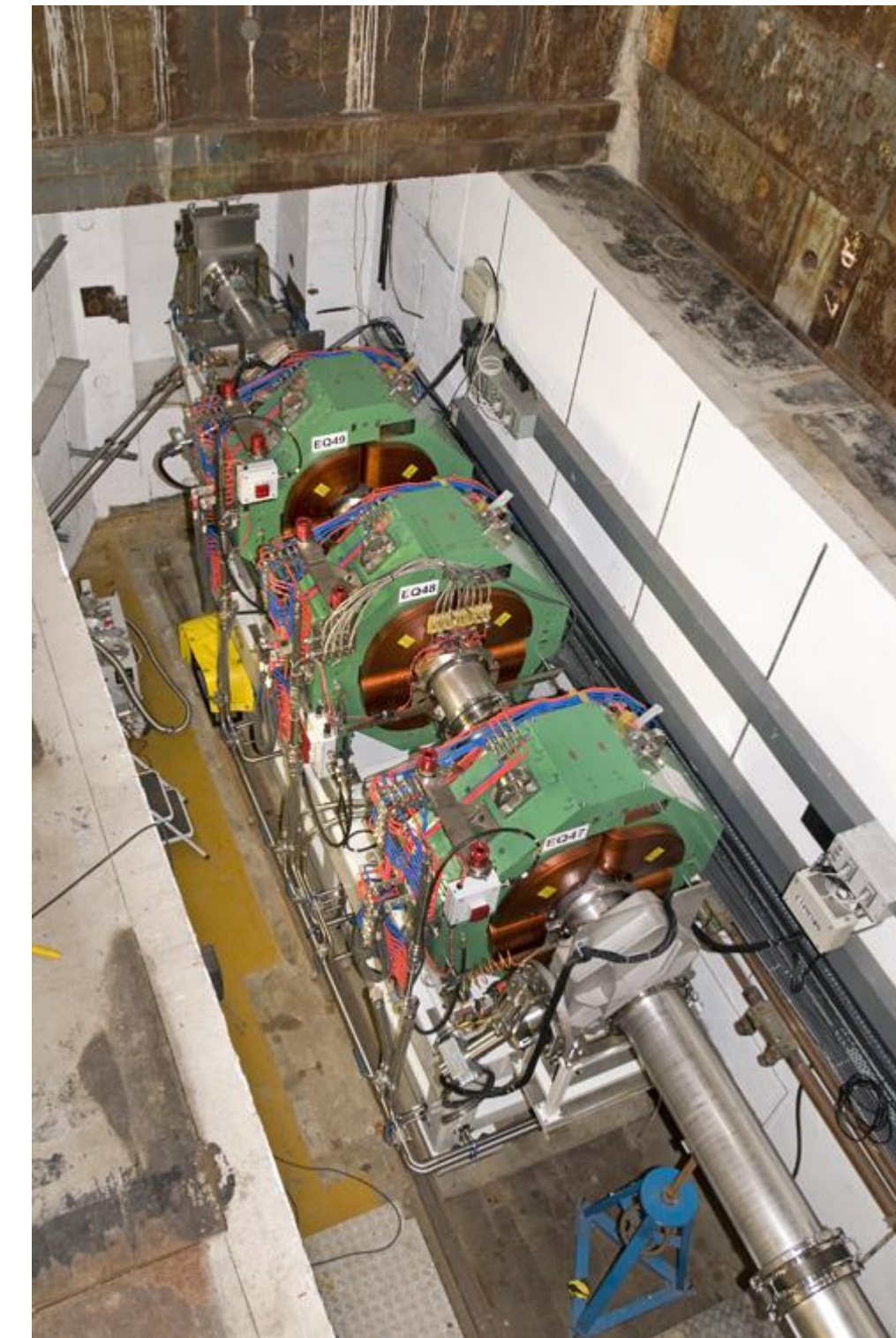
要有织毛衣的耐心，错了一步重新再来



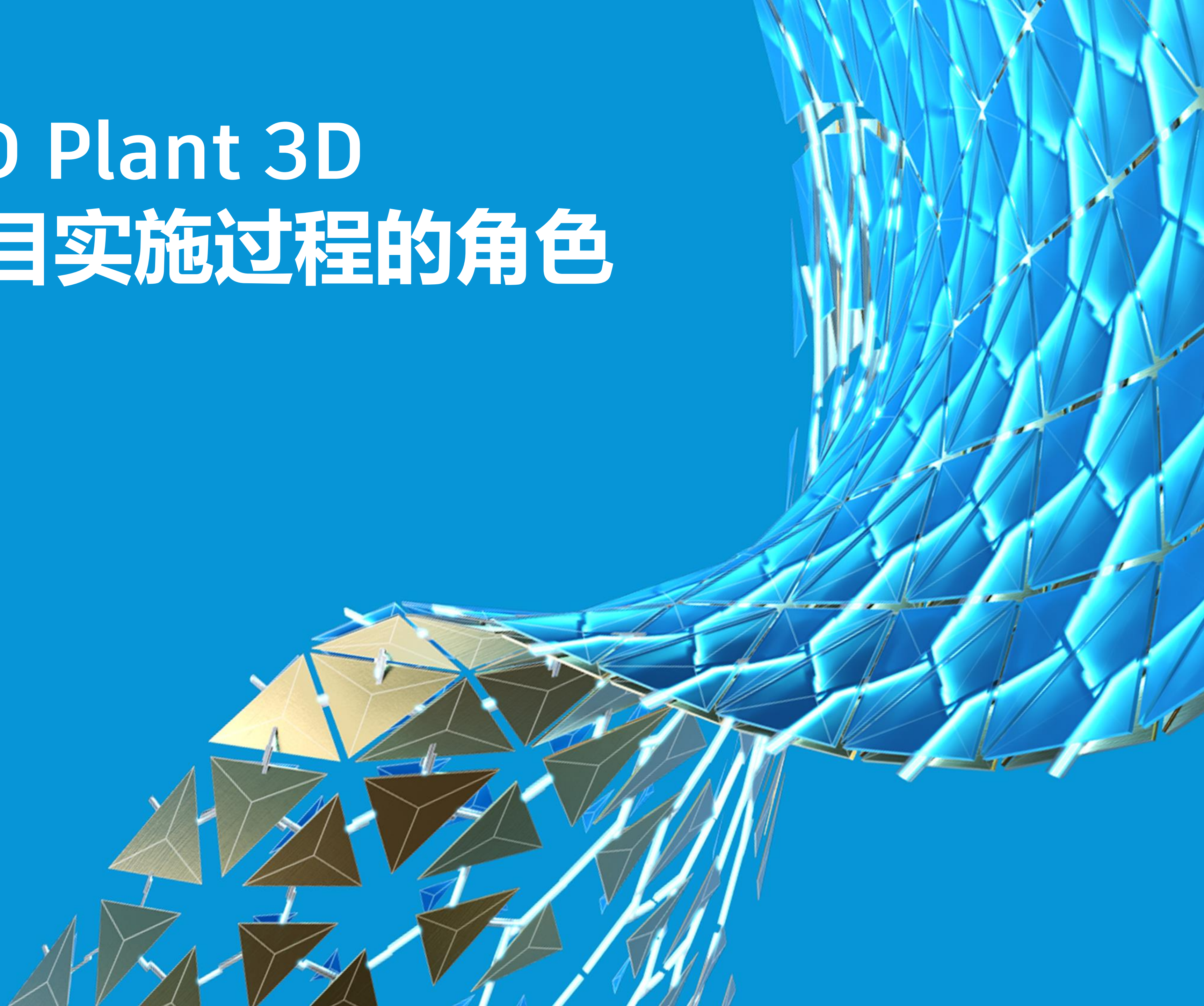
特点3—配合度高

- 主工艺、配套管线、与建筑构件的配合
建模 / 预演 / 样机 / 优化 / 工序 / 检修

主工艺设施是皇帝：尊贵服务，但处处受限



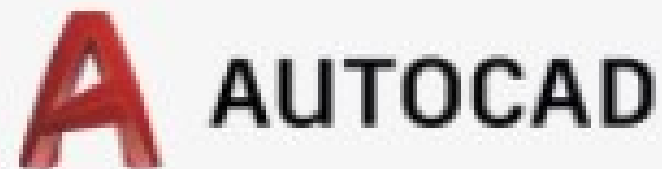
定位--AutoCAD Plant 3D 在项目实施过程的角色



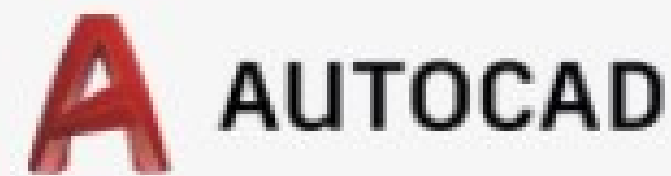
AutoCAD Plant 3D定位—现状

- 三方：主工艺设备、园区建设、通用设施
- 无法统一平台，只能各自为政
- 必要时 → .STEP
- 国内现状：通用设施三维参数化设计，首选AutoCAD Plant 3D（设计、施工、监理最通用）

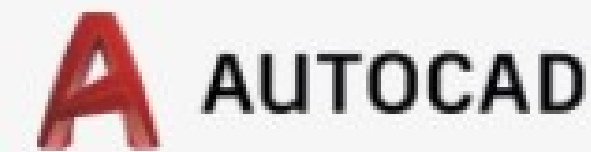
主工艺设备 设计及制造方



园区建设 设计、建造、监理

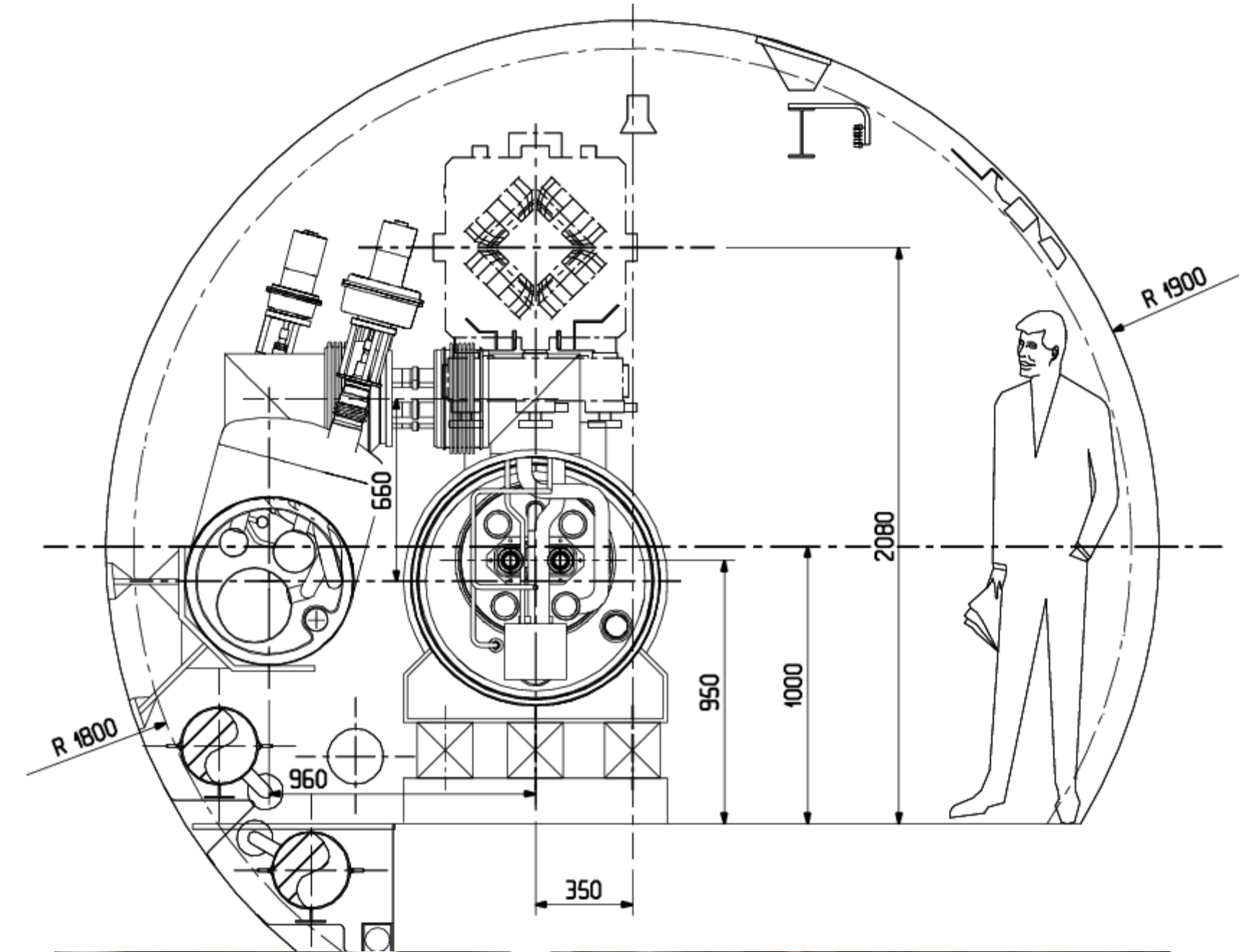
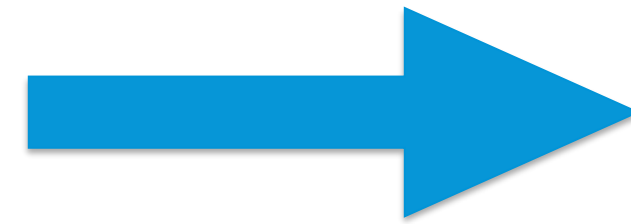
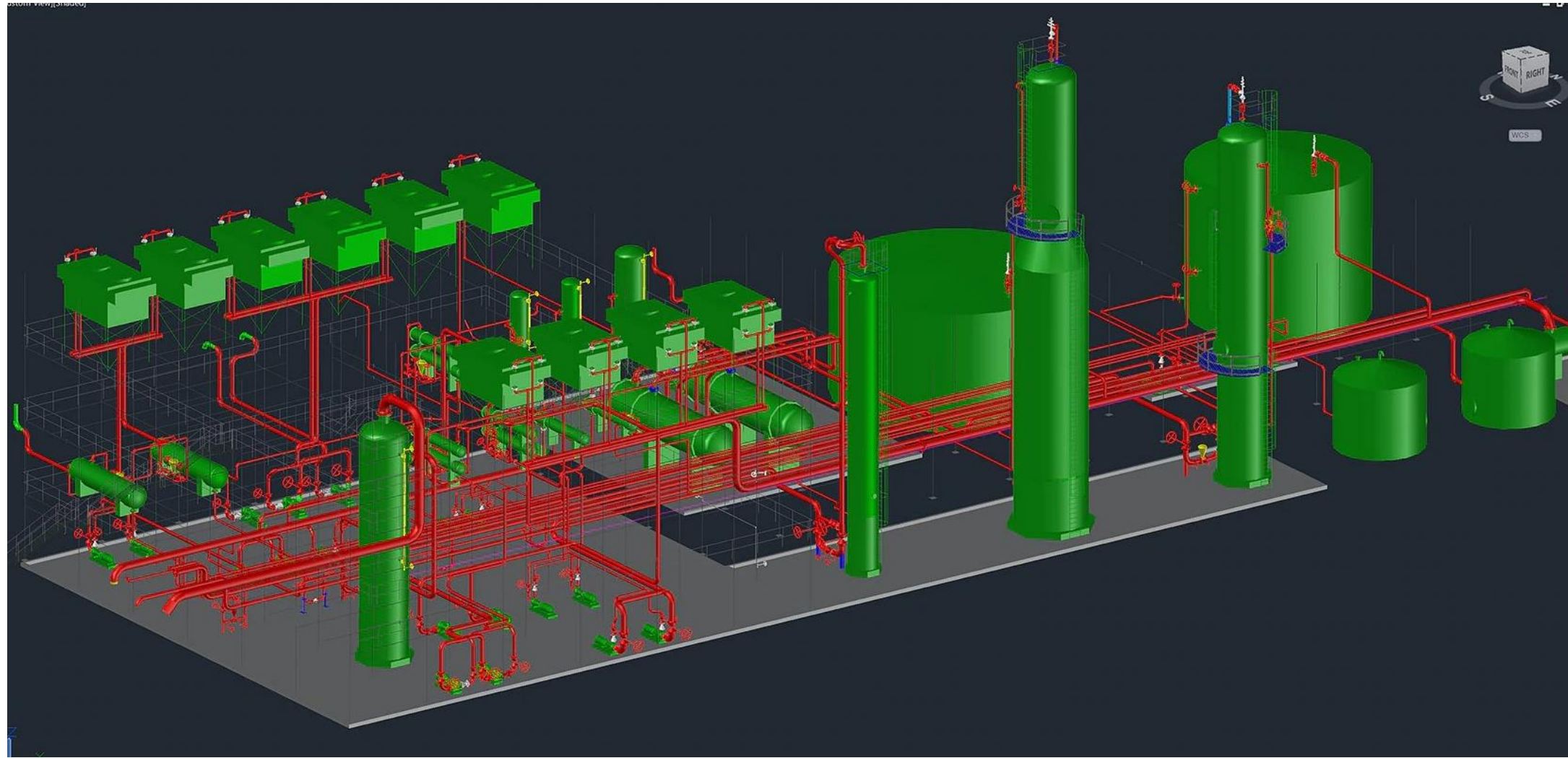


通用设施 设计、建造、监理



AutoCAD Plant 3D定位—角色

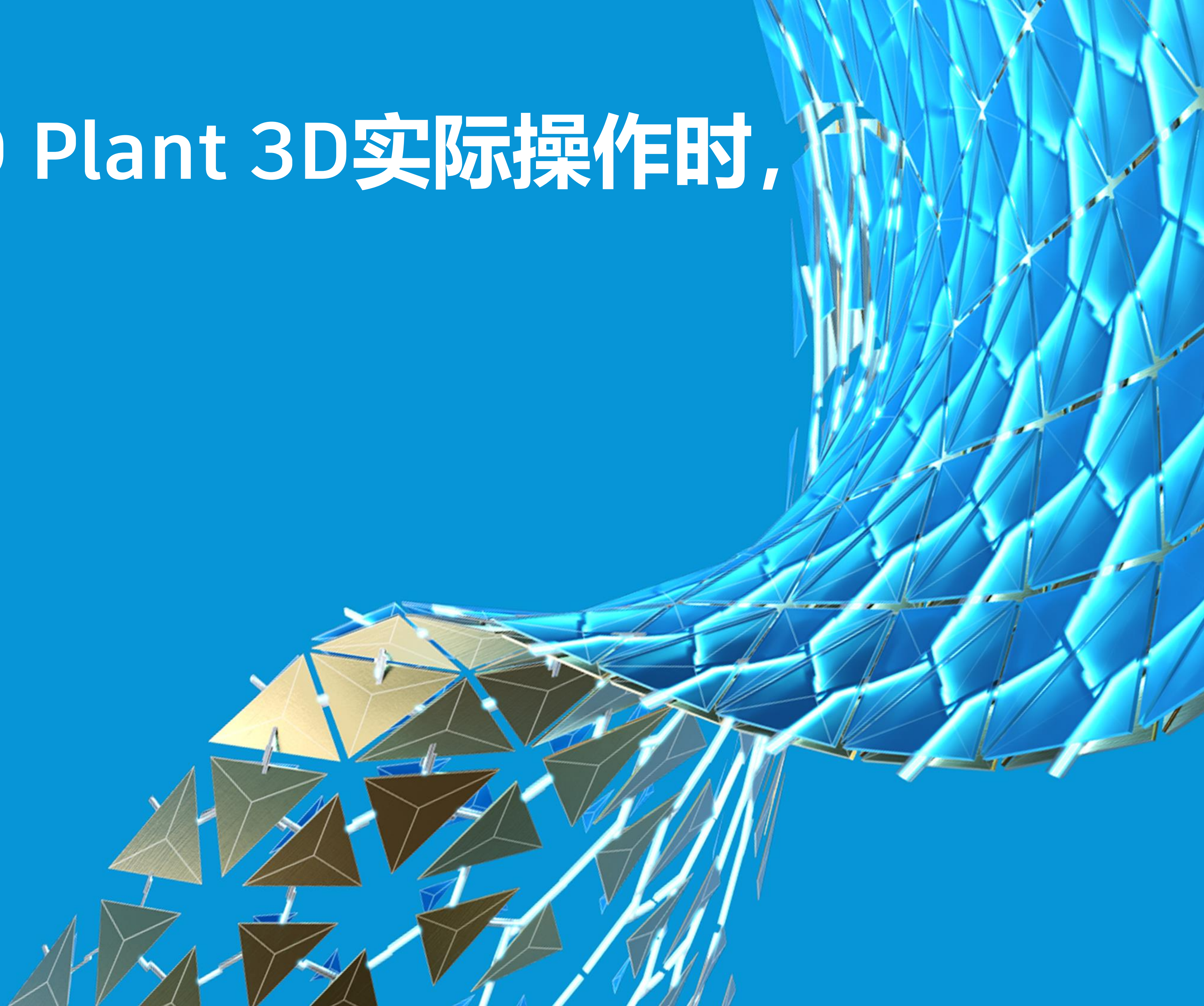
- 布局：建筑、设备两头挤
- 自动布管：难以使用



AutoCAD Plant 3D定位—选用原因

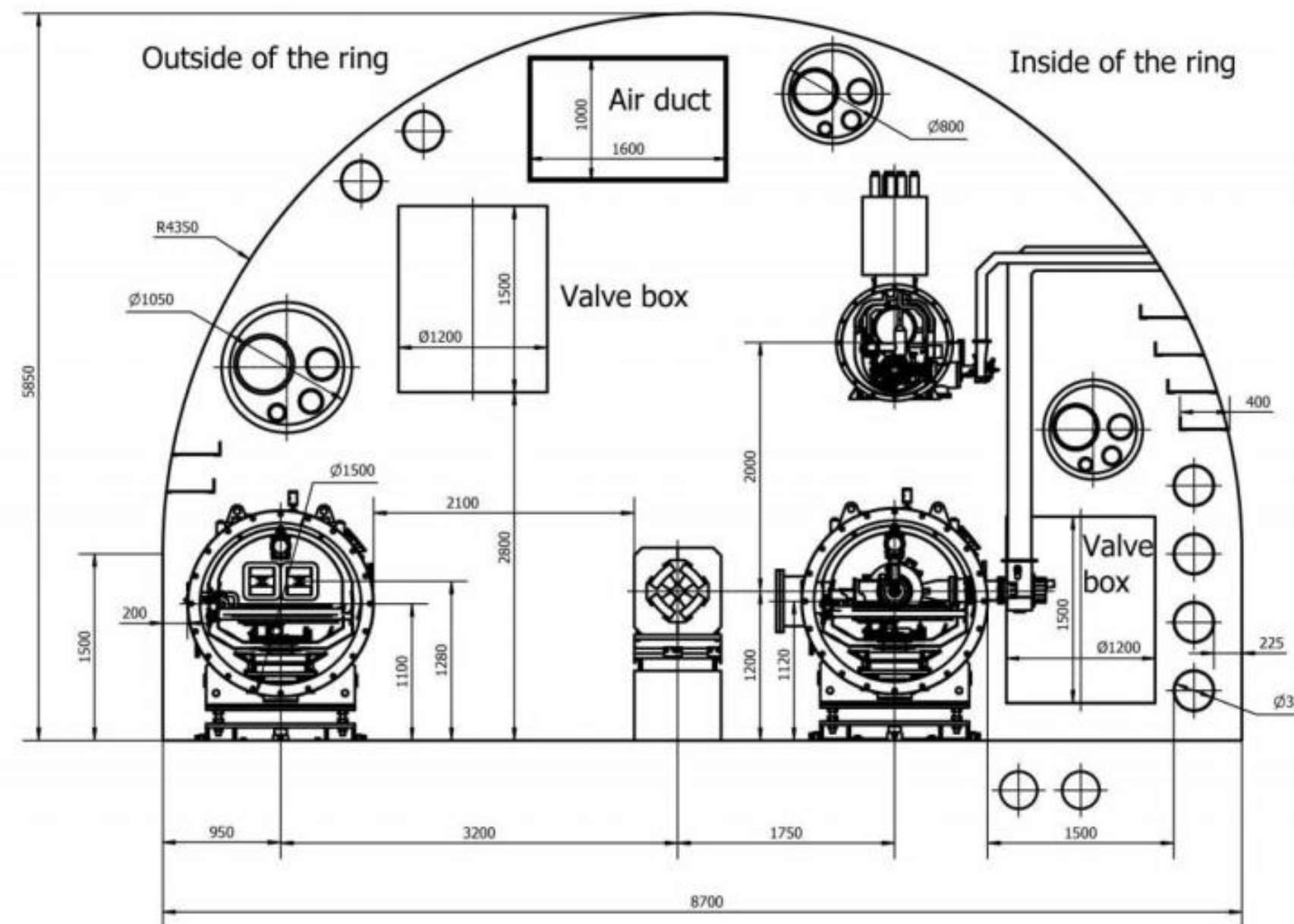
- 趋势：制造业已完成转型，建筑业正在努力转型，管道设计应及早实现三维参数化设计
- 高效：
 - 沟通
 - 优化、调整
 - 统计
- 配合：与BIM深度配合

难点—AutoCAD Plant 3D实际操作时， 困难之处



AutoCAD Plant 3D难点—多专业配合

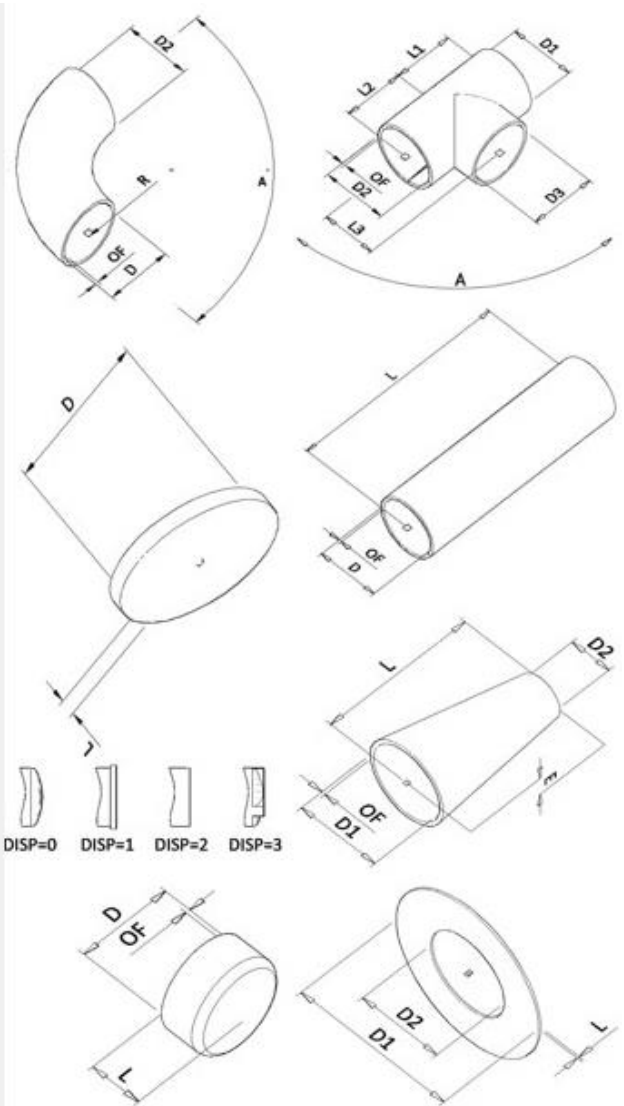
- 无法绘制传统管道专业以外构件→相互参照、手动更新
 - 风管及通风系统
 - 软管
 - 桥架
 - 多层管



AutoCAD Plant 3D难点—自建元件库

- 精度要求高，即便后期委托建库，工艺设计人员也需要进行基本绘制，了解基本需求
- 基本原理及操作：单人约1周
- 基本管道管件：单人上手约2周
- 基本阀门（蝶阀、球阀、止回阀，配合电装、气装、手轮和手柄）：3人约2周

名称	规格数量	单一规格尺寸数量	总尺寸数
管道	DN15~ DN700 共20个	2	40
弯头		5	100
管帽		3	60
同心异径		4	80
偏心异径		5	100
法兰		2	40
法兰盘		2	40
等径三通		8	160
异径三通		8	160
垫片		3	60

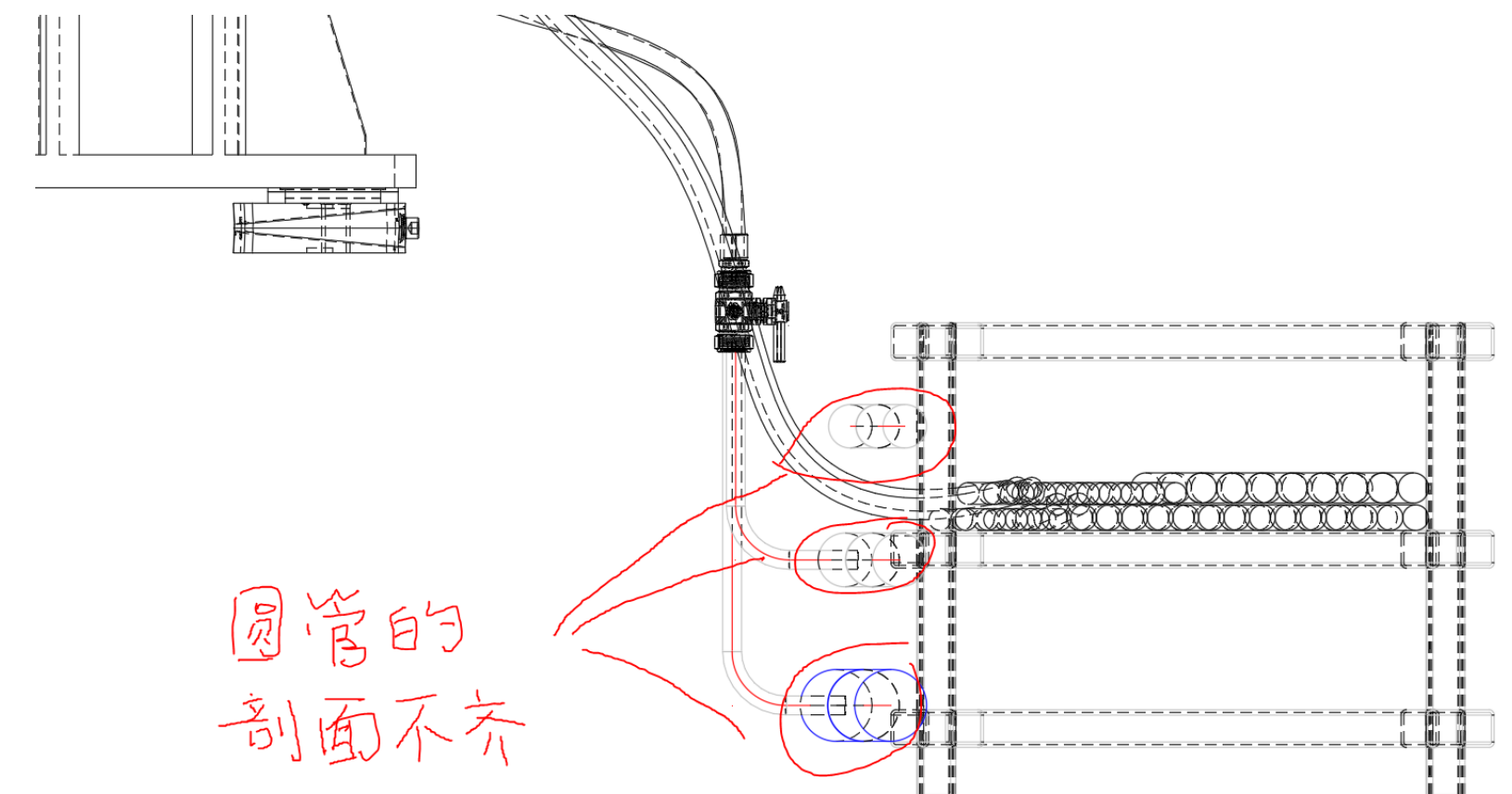
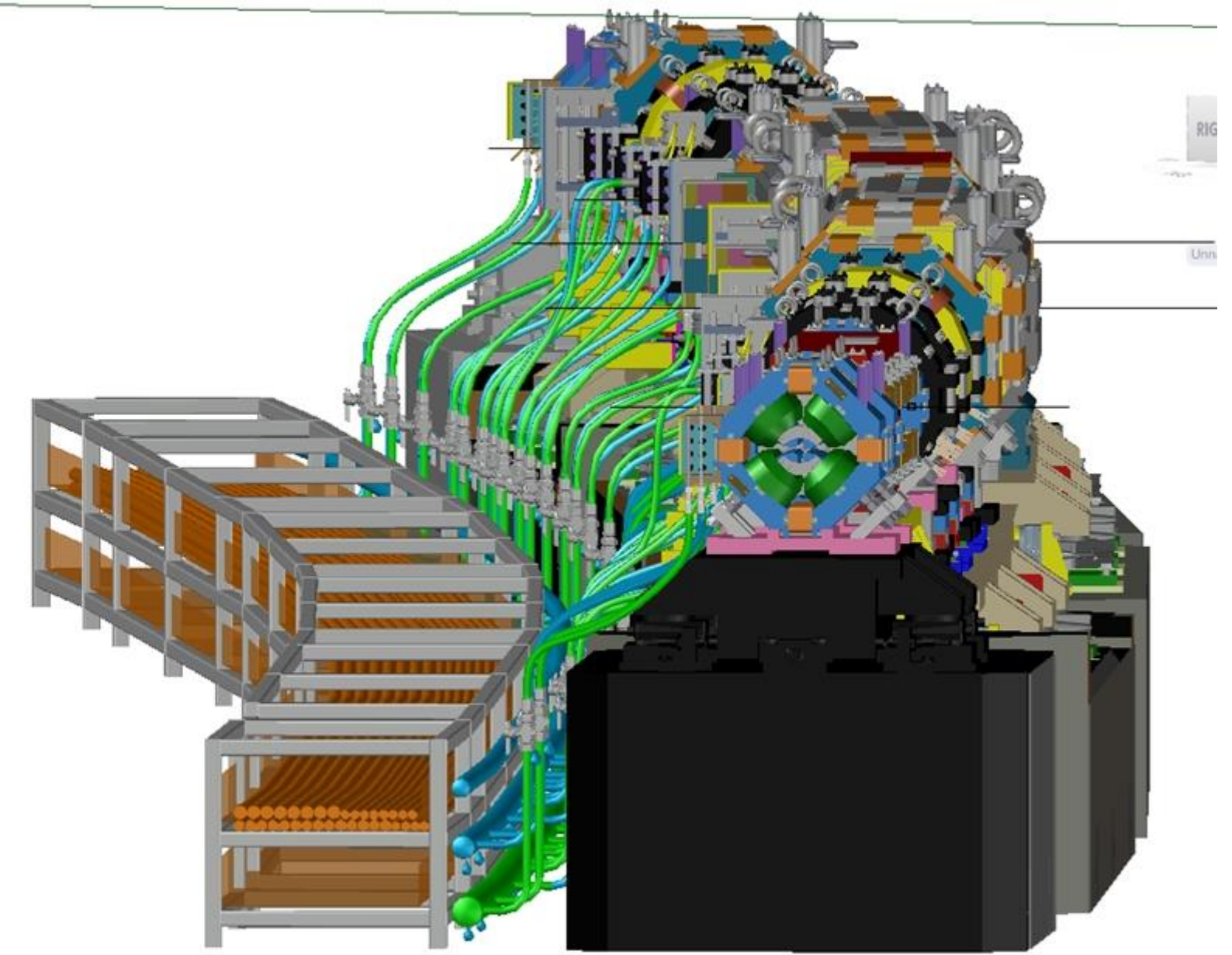


AutoCAD Plant 3D难点—自建特殊元件

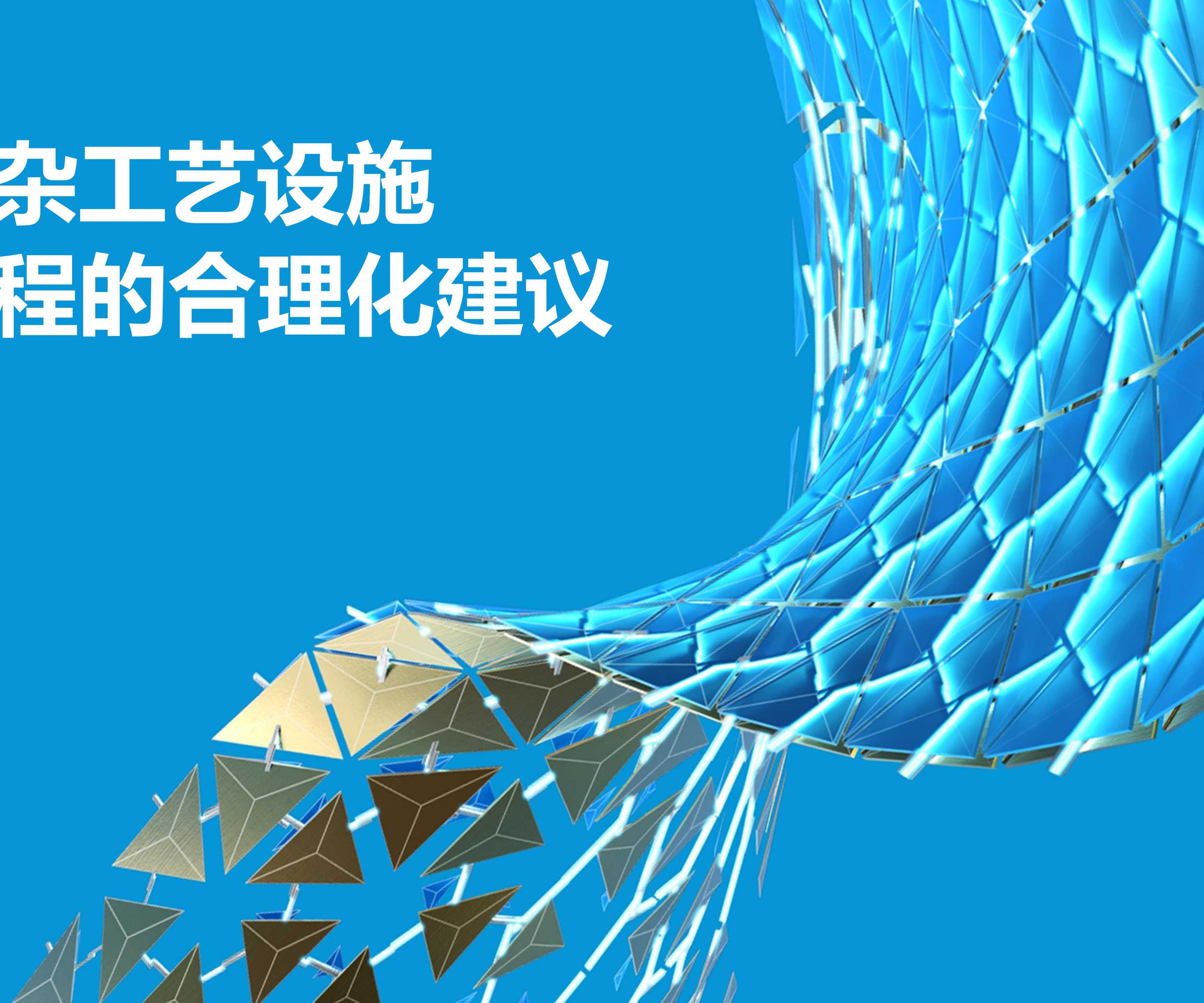
- 针对工艺要求的特殊阀门及管件，不仅要三维建模，还要设置理想的ISO及SKEY
 - 波纹管
 - 卡套式软管及接头、快卸式软管及接头
 - 专用橡胶软接头
 - 仪器仪表（调压阀、质量流量计等）

AutoCAD Plant 3D难点—弧形

- ISO图：方向坐标不足→墙体参照
- Ortho图：弧面失效（图示，暂无解决方案）
- 无弧形管道：
 - 尝试弧形弯管（连接三通困难）
 - 暂用直管段（与实际不符）



建议--大型复杂工艺设施 实施过程的合理化建议

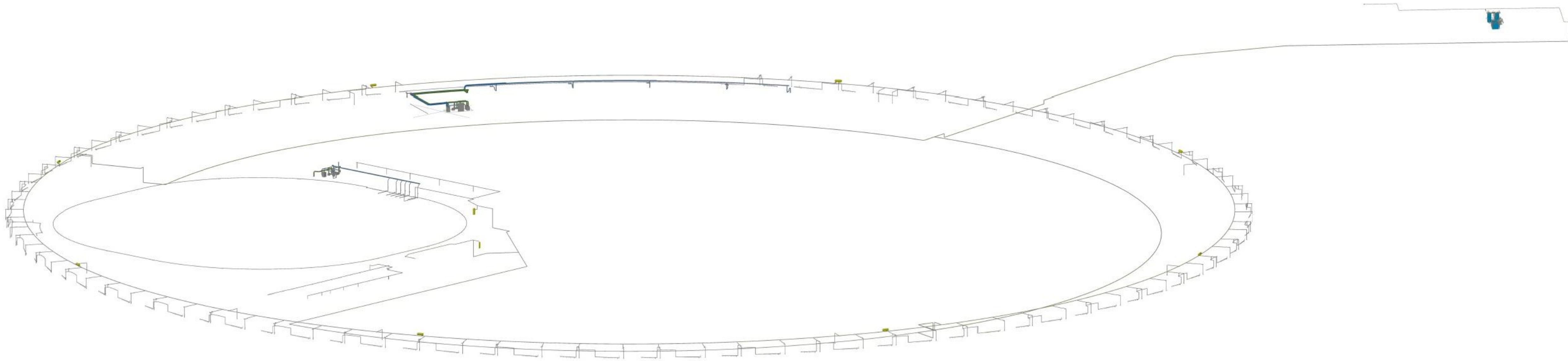


AutoCAD Plant 3D建议

- 分区设计，不要试图总揽全局（参考DCS分散控制策略）
 - 模型越大，越复杂，越容易出现微小偏差（浮点计算错误）

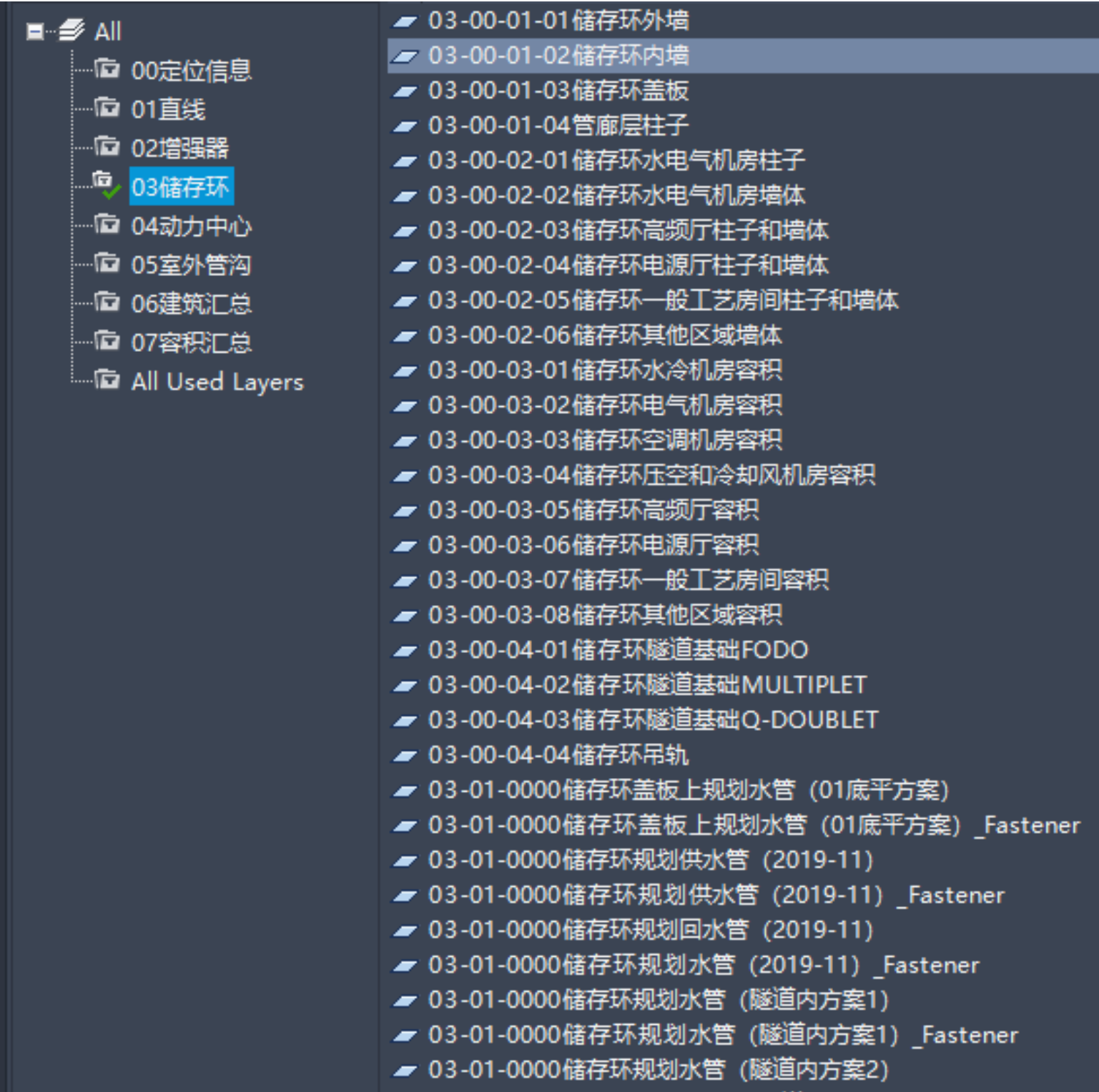
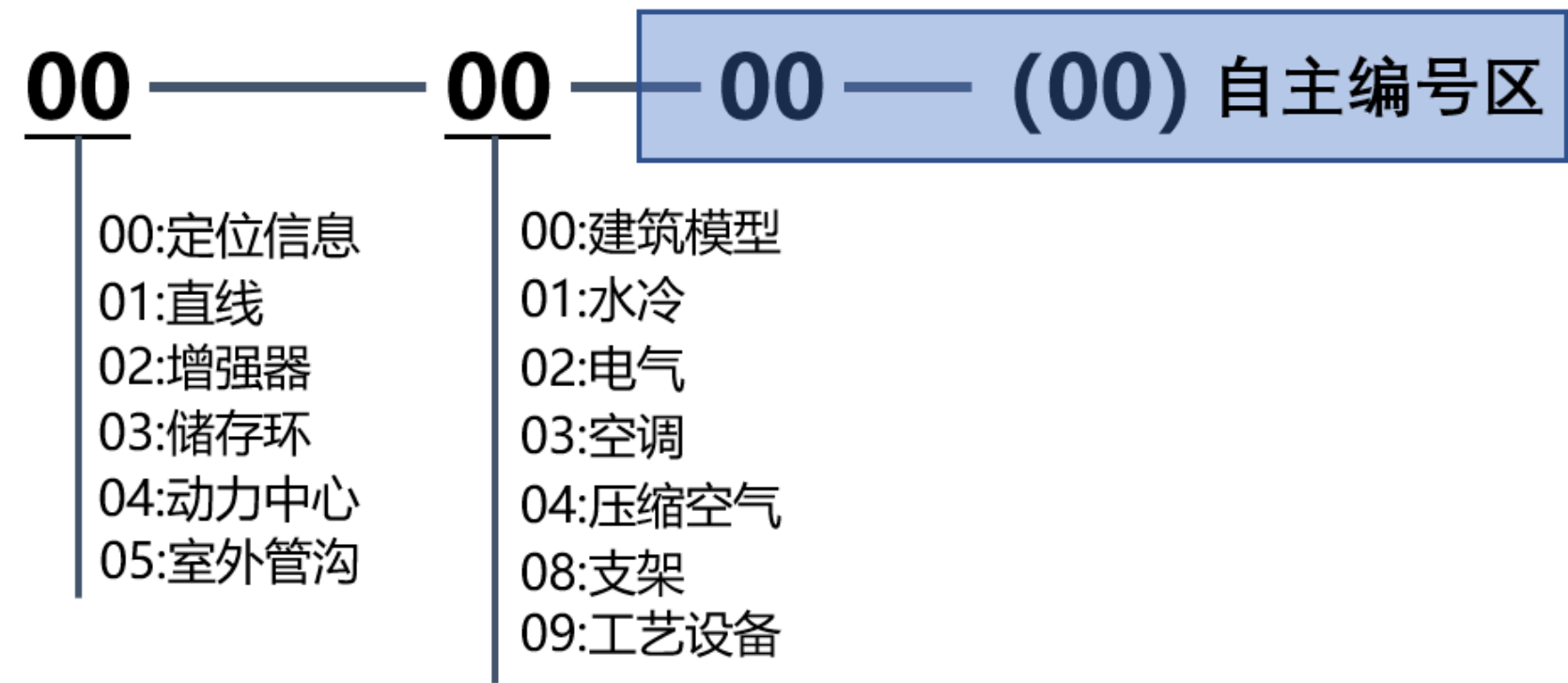
AutoCAD Plant 3D建议

- 分区设计，不要试图总揽全局（参考DCS分散控制策略）
 - 模型越大，越复杂，越容易出现微小偏差（浮点计算错误）
 - 模型过大，总体效果也没有意义。



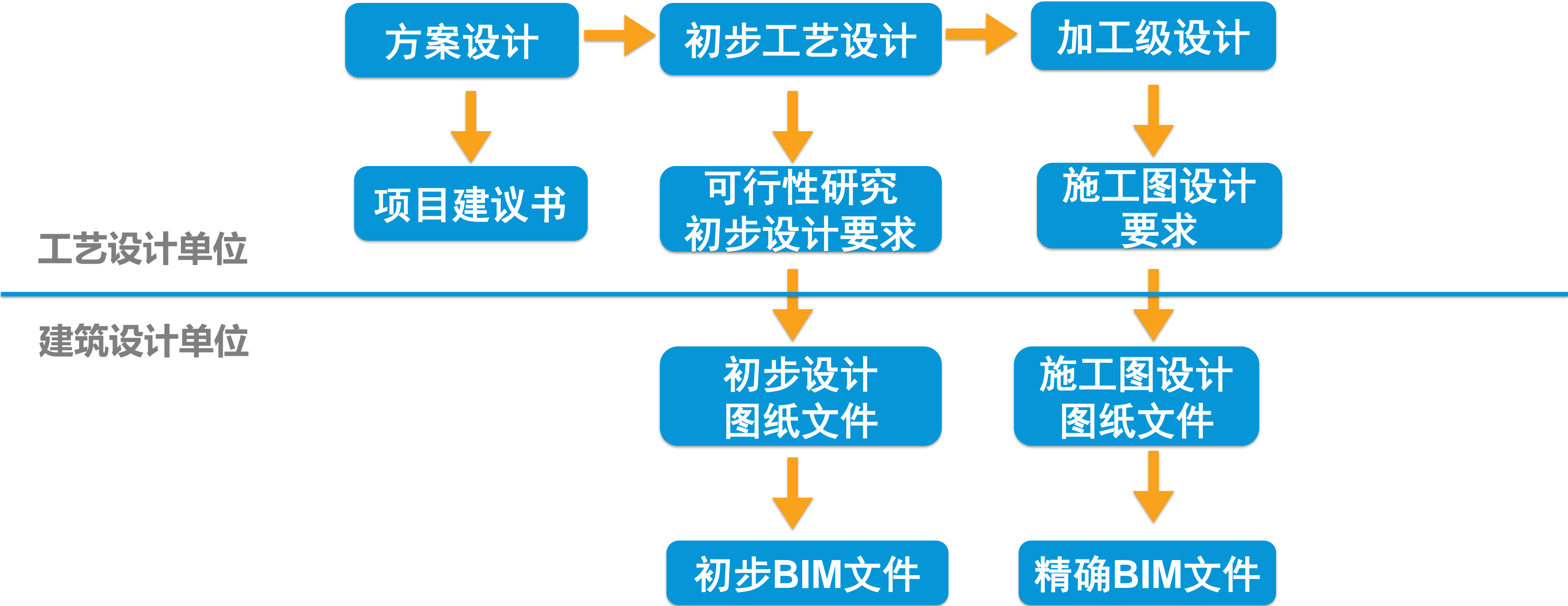
AutoCAD Plant 3D建议

- 提前规划文件系统和工程系统，标准化管理（特别是命名）
 - 前期投入，效率逐渐体现



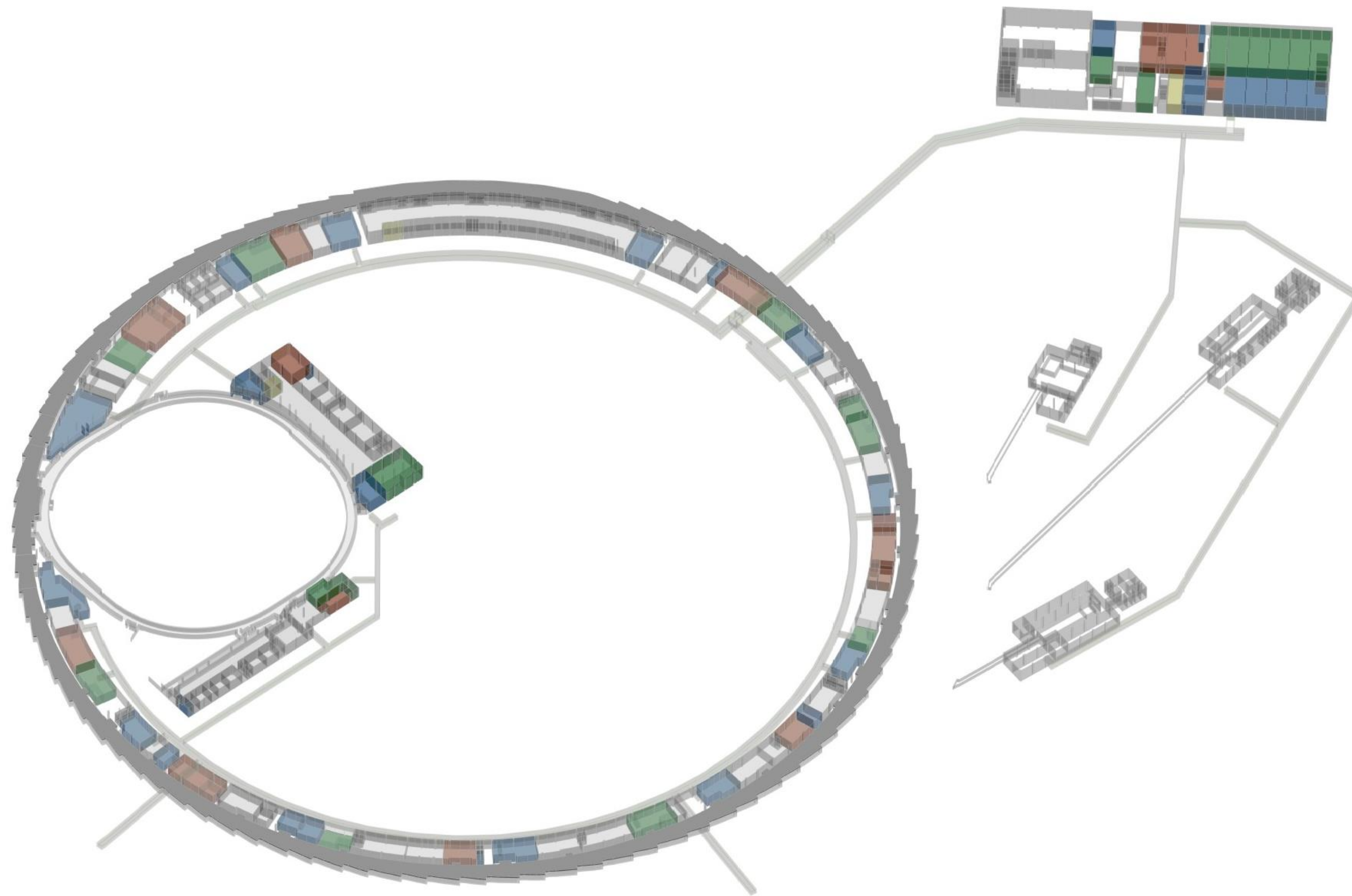
AutoCAD Plant 3D建议

- 适当自建与工艺相关的建筑模型
 - 设计工序问题，拿到精准Revit模型已来不及再做大型调整



AutoCAD Plant 3D建议

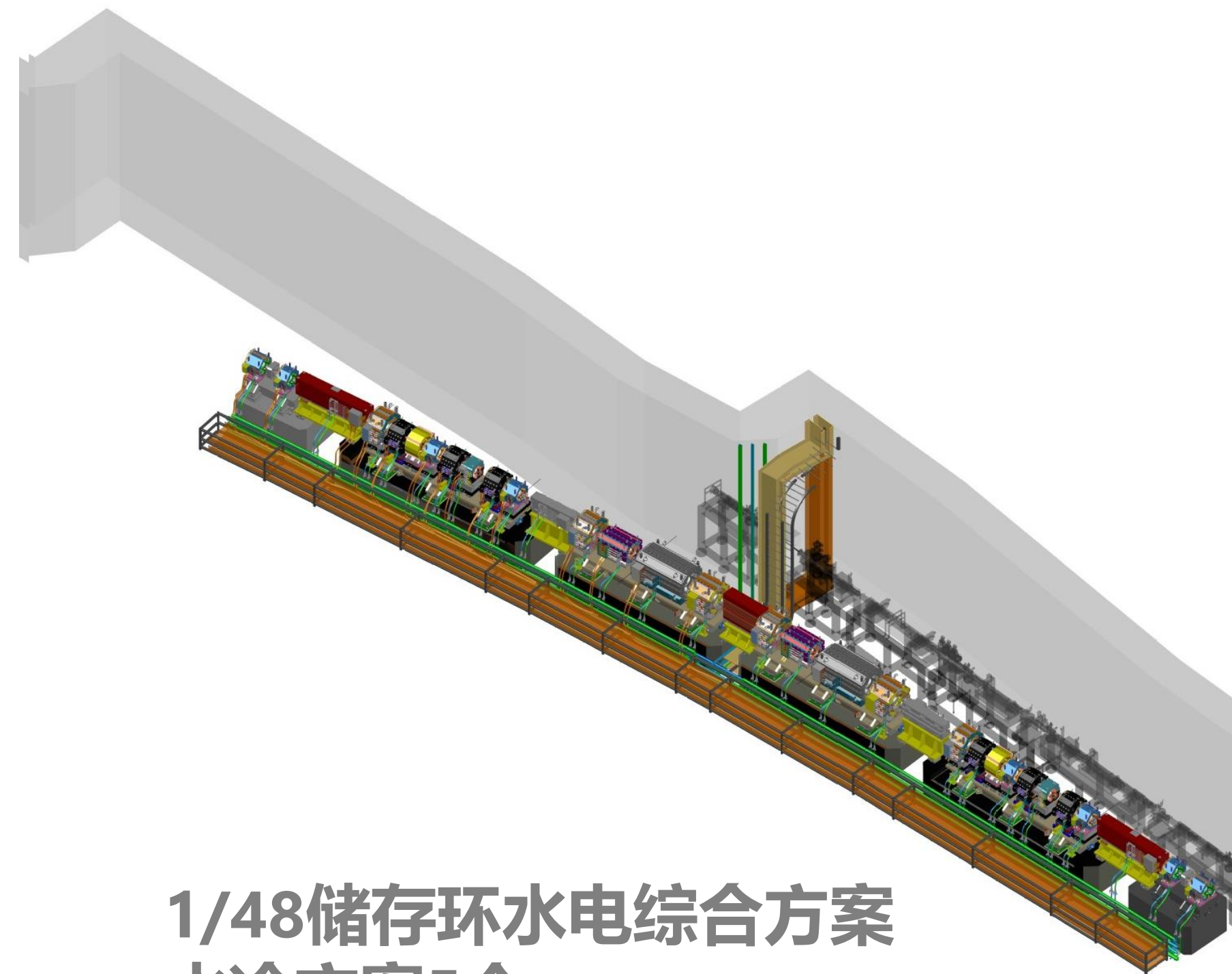
- 适当自建与工艺相关的建筑模型（工艺设计人员）
 - 相对高效：加载速度快、表达精准、省时



外环总长：约1364m
内环总长：约454m
文件大小：< 4m
人力成本：2个人工日

AutoCAD Plant 3D建议

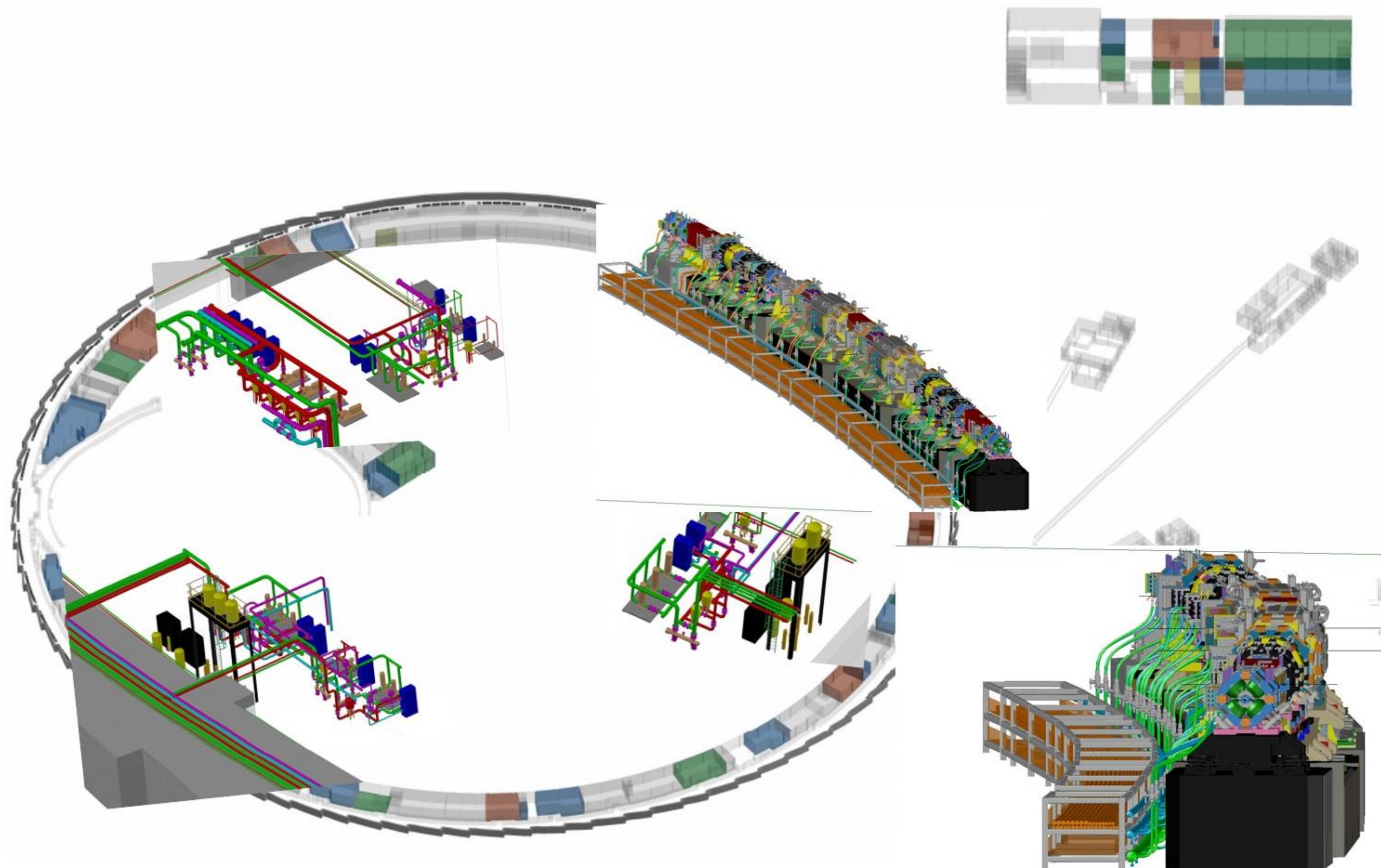
- 适当自建与工艺相关的建筑模型（工艺设计人员）
 - 提前理解空间关系，及早优化设计方案（个人认为AutoCAD Plant 3D价值所在）



1/48储存环水电综合方案
水冷方案5个
电气方案3个

AutoCAD Plant 3D建议

- 适当自建与工艺相关的建筑模型（工艺设计人员）
 - 提前理解空间关系，及早优化设计方案（个人认为AutoCAD Plant 3D价值所在）

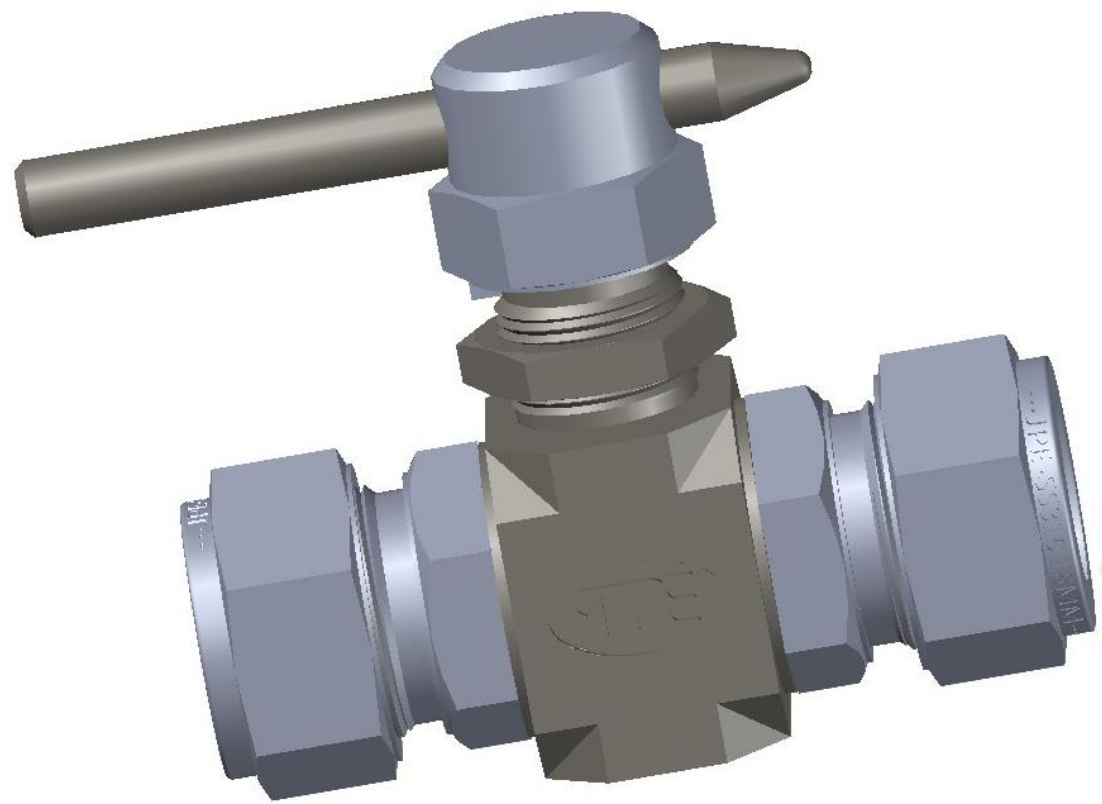


AutoCAD Plant 3D建议

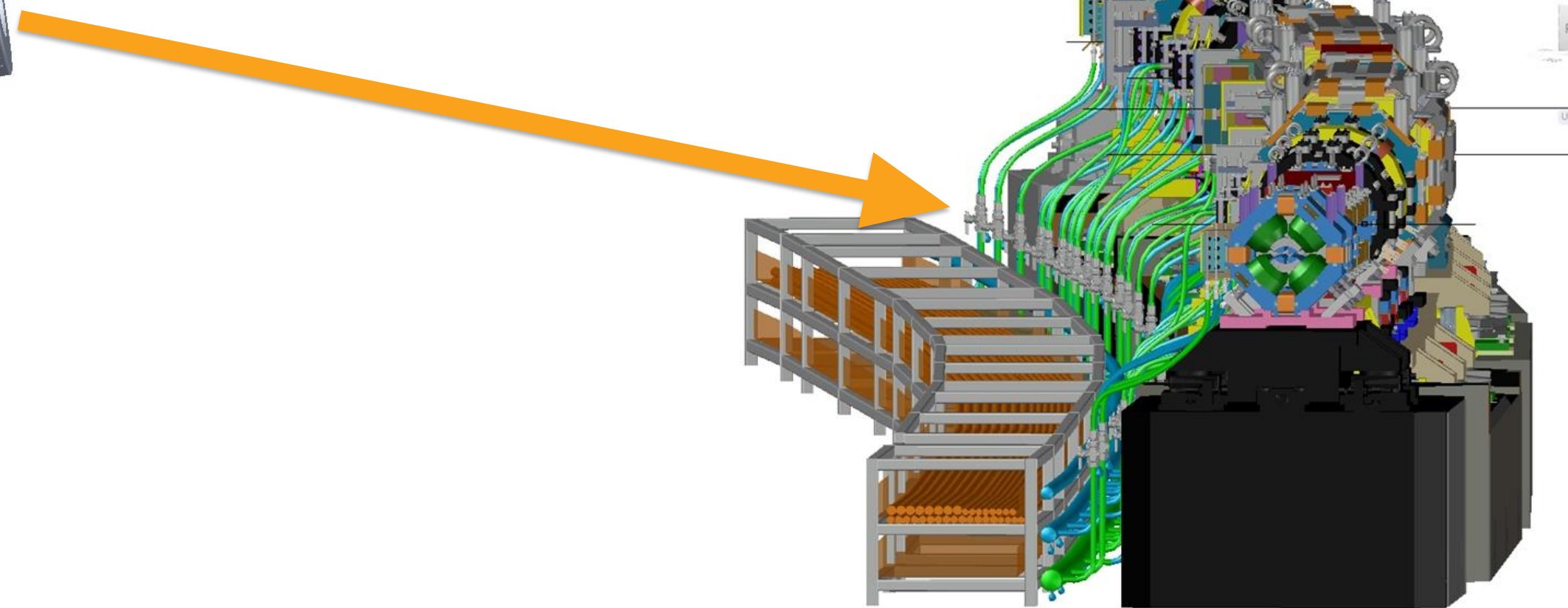
- 关于catalog：先组织小团队自建，后请专业公司深化+维护
 - 先自建：了解过程，明确需求，便于紧急维护
 - 后请专业公司：数量过多，校核不专业，人力资源优化。

AutoCAD Plant 3D建议

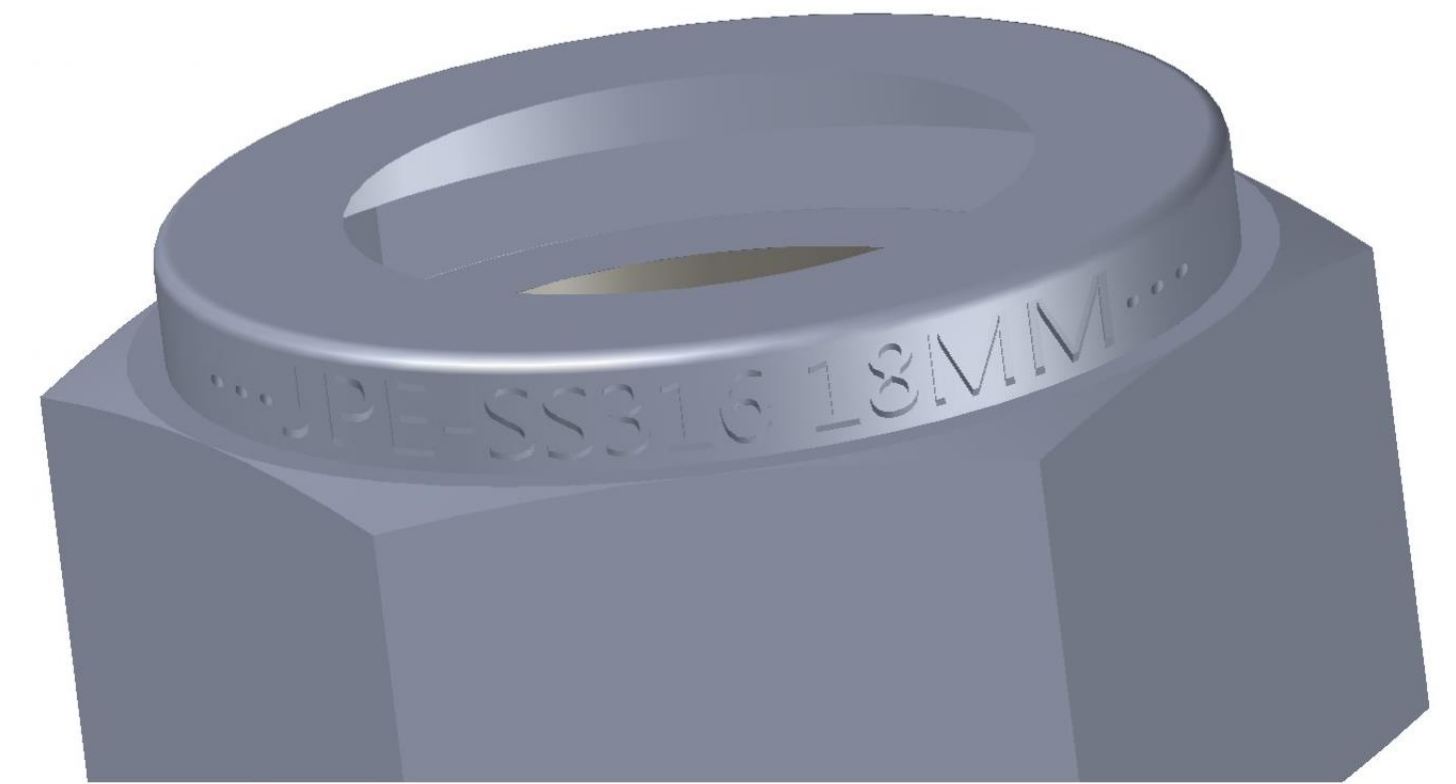
- 简化模型
 - 大型项目，不要纠结于不够真实，先成事，再美化



单个针阀，不到1M



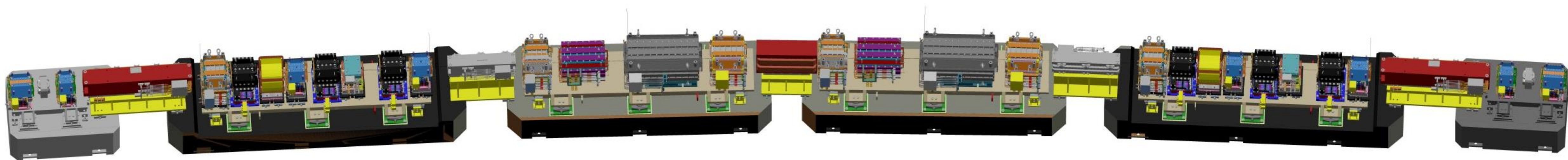
做20个，已卡顿，但实际上总量为20*48



细节过多

AutoCAD Plant 3D建议

- 简化模型
 - 专业模型简化，提交模型，建立case，请Autodesk专家帮忙



Inventor导入的模型：22m长，48个

📎 Autodesk Customer Support	关于技术支持问题 [CaseNo:15700454.] AutoCAD Plant 3D与Inventor配合问题
Autodesk Customer Support	关于技术支持问题 [CaseNo:15700454.] AutoCAD Plant 3D与Inventor配合问题
Autodesk Customer Support	关于技术支持问题 [CaseNo:15700454.] AutoCAD Plant 3D与Inventor配合问题

AutoCAD Plant 3D建议

- 避免非标准模型

- GB国标库中，有部分模型由inventor导入，显示效果不一致，且与其关联的常规法兰容易缺失显示（甚至会带着设备同时不显示）

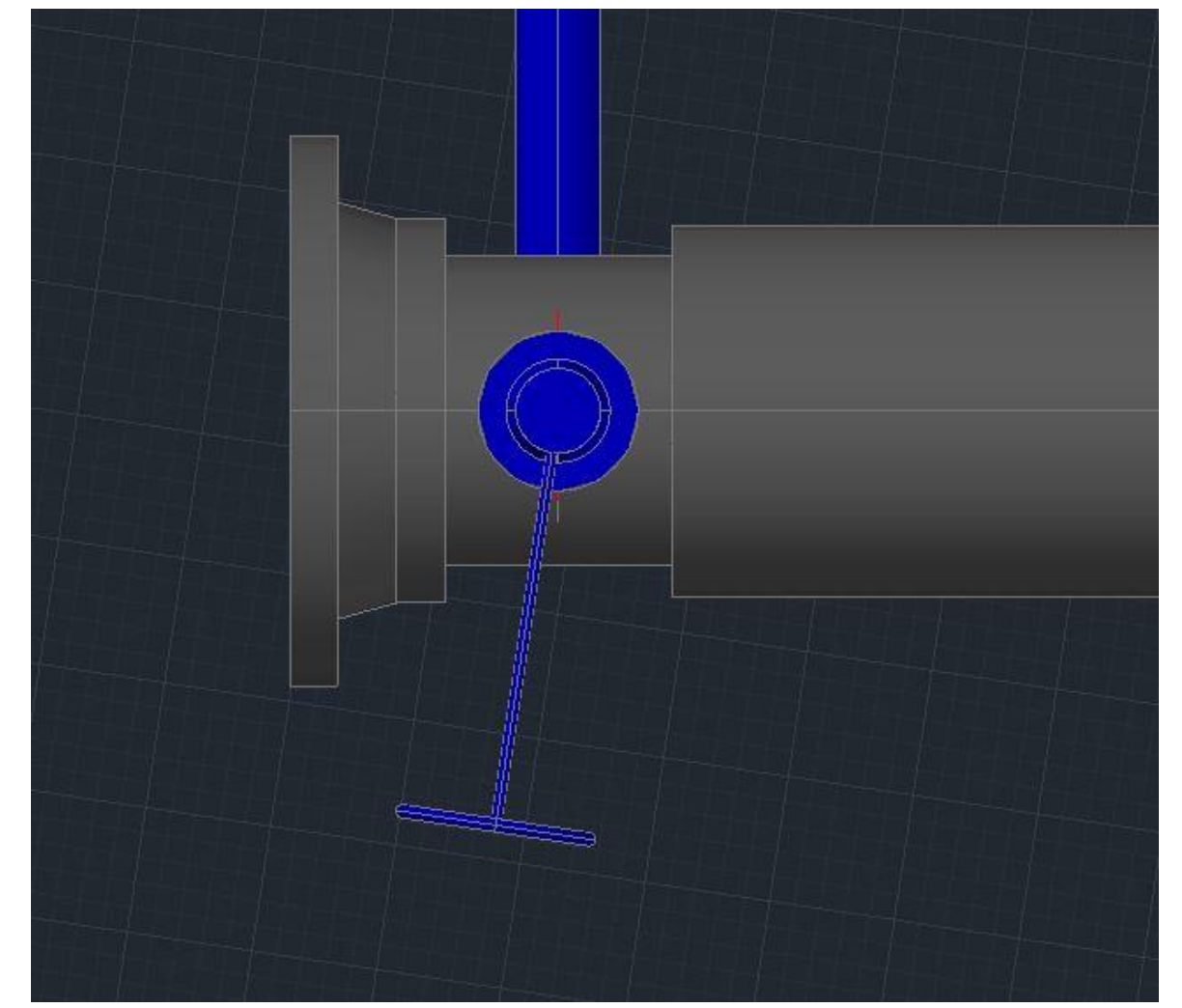
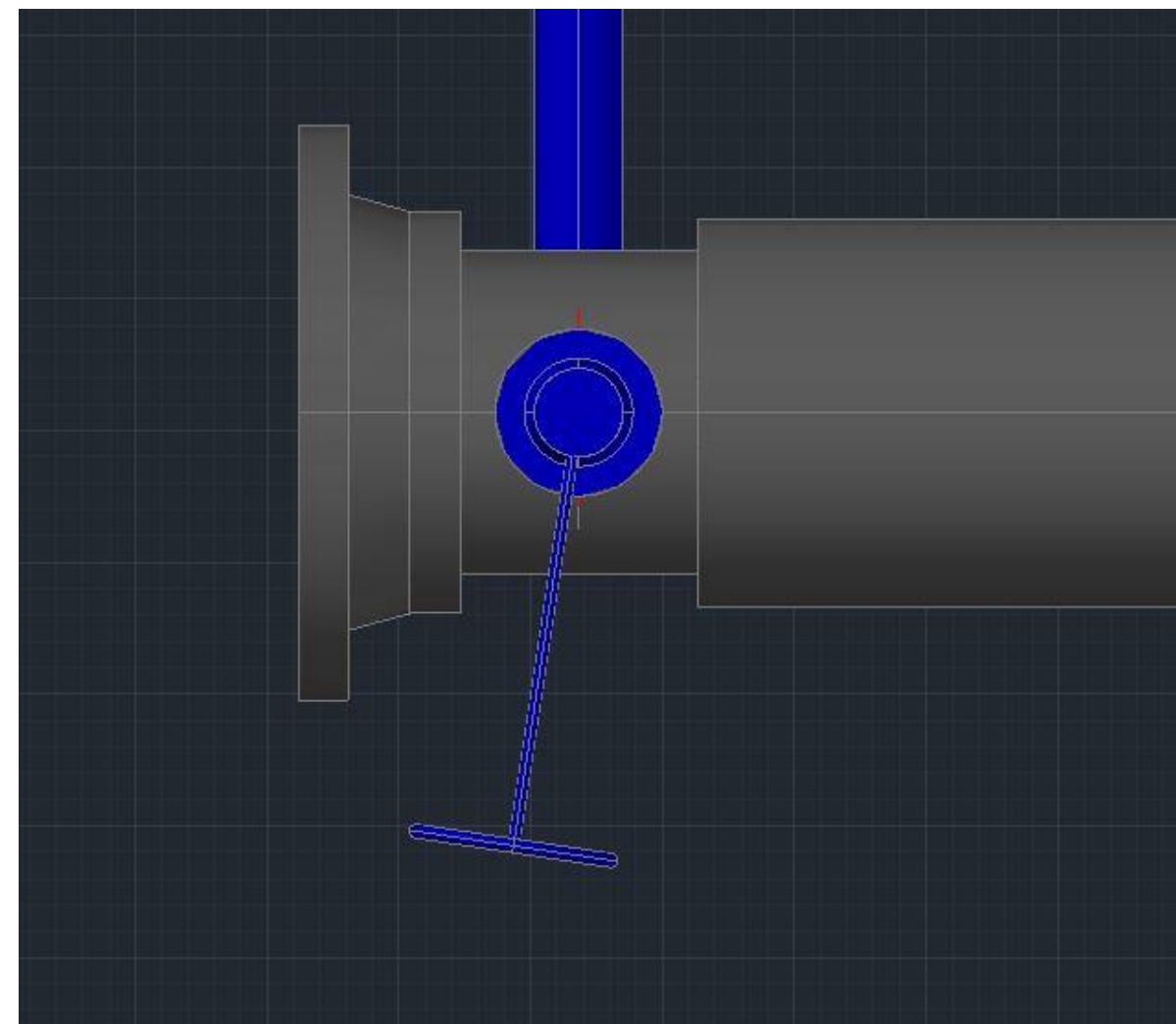
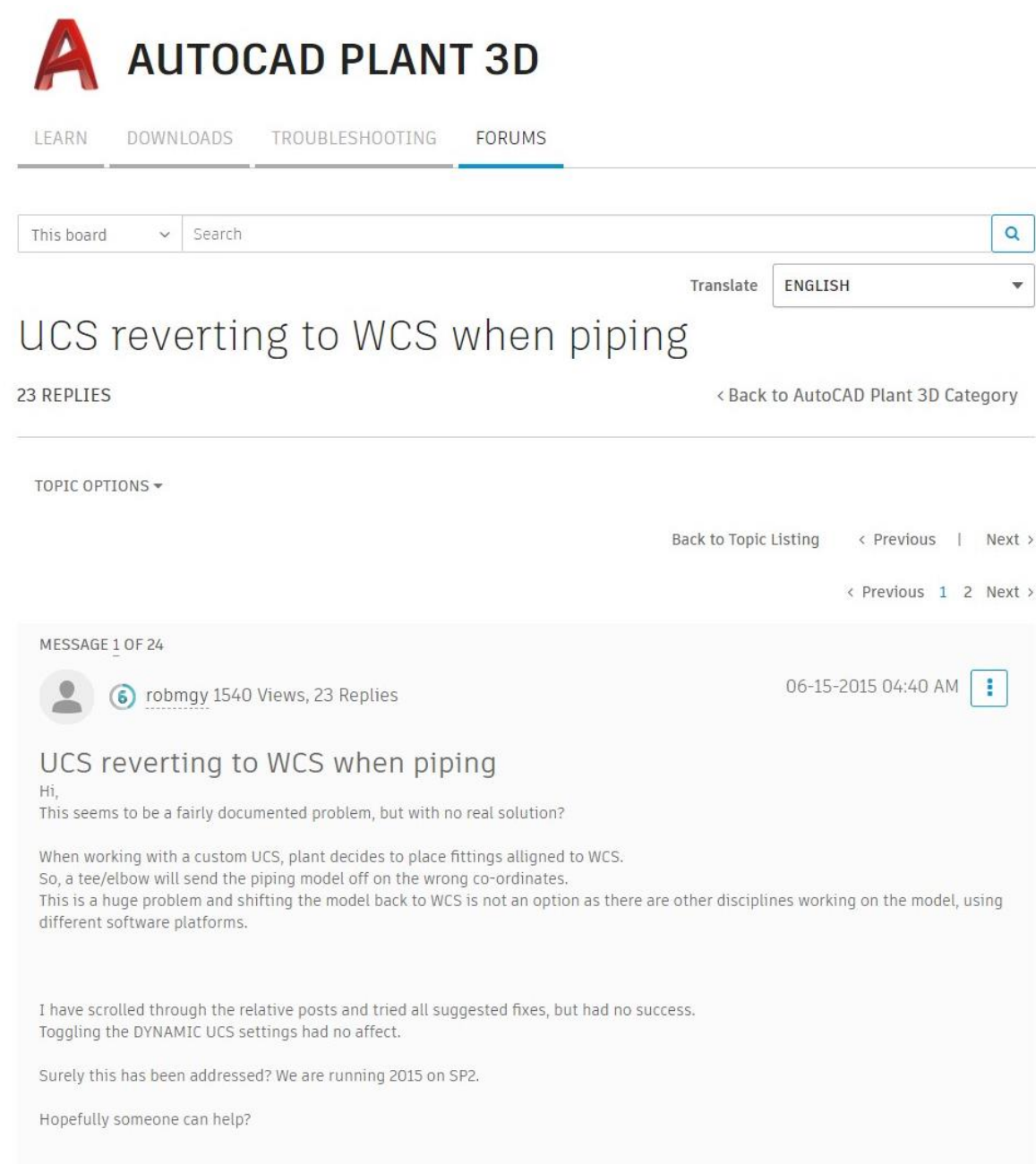
This content pack also contains the following compatible GB standards which are imported from Autodesk Inventor:

- GB/T 4622.2 - Spiral wound gaskets for pipe flanges
- GB/T 9115.1 - Steel pipe welding neck flanges with flat face or raised face
- GB/T 9116.1 - Hubbed slip-on-welding steel pipe flanges with flat face or raised face
- GB/T 9117.1 - Hubbed socket welding steel pipe flanges with raised face
- GB/T 9119 - Slip-on-welding plate steel pipe flanges with flat face or raised face
- GB/T 9122 - Loose plate steel pipe flanges with lapped end
- GB/T 9126 - Dimensions of Non-metallic flat gaskets for pipe flanges
- GB/T 12459 - Steel butt-welding seamless pipe fittings
- GB/T 13402 - Large-diameter carbon steel pipe flanges
- GB/T 13403 - Gaskets for large-diameter carbon steel pipe flanges
- GB/T 13404 - Polytetrafluoroethylene envelope gaskets for pipe flanges
- GB/T 14383 - Forged steel socket welding pipe fittings

Inventor导入的模型

AutoCAD Plant 3D建议

- WCS/UCS建议
 - 避免使用Dynamic UCS
 - 做好分区，统一区域管道，宜尽量与WCS平行
 - 做好思想准备：布置管道、阀门等，仍按WCS为起始方向→利用rotate参照UCS方向



总结—AutoCAD Plant 3D 在大型复杂工艺设施的应用

行业趋势，应及早由二维设计转型到三位参数化设计

考虑到建筑总体设计仍以二维图纸设计为主，当工艺管道设计在项目中必须要与建筑专业深度互动时，利用 AutoCAD Plant 3D 作为管道设计工具是优选的方案之一。

按照项目体量和精细程度做好资源规划

应分析好团队的人力因素、时间因素，考虑是否需要外协以及外协的分工。大型项目必须要有专业设计分包，核心成员集中精力办大事。

团队核心成员应对 AutoCAD Plant 3D 有相当程度的了解。

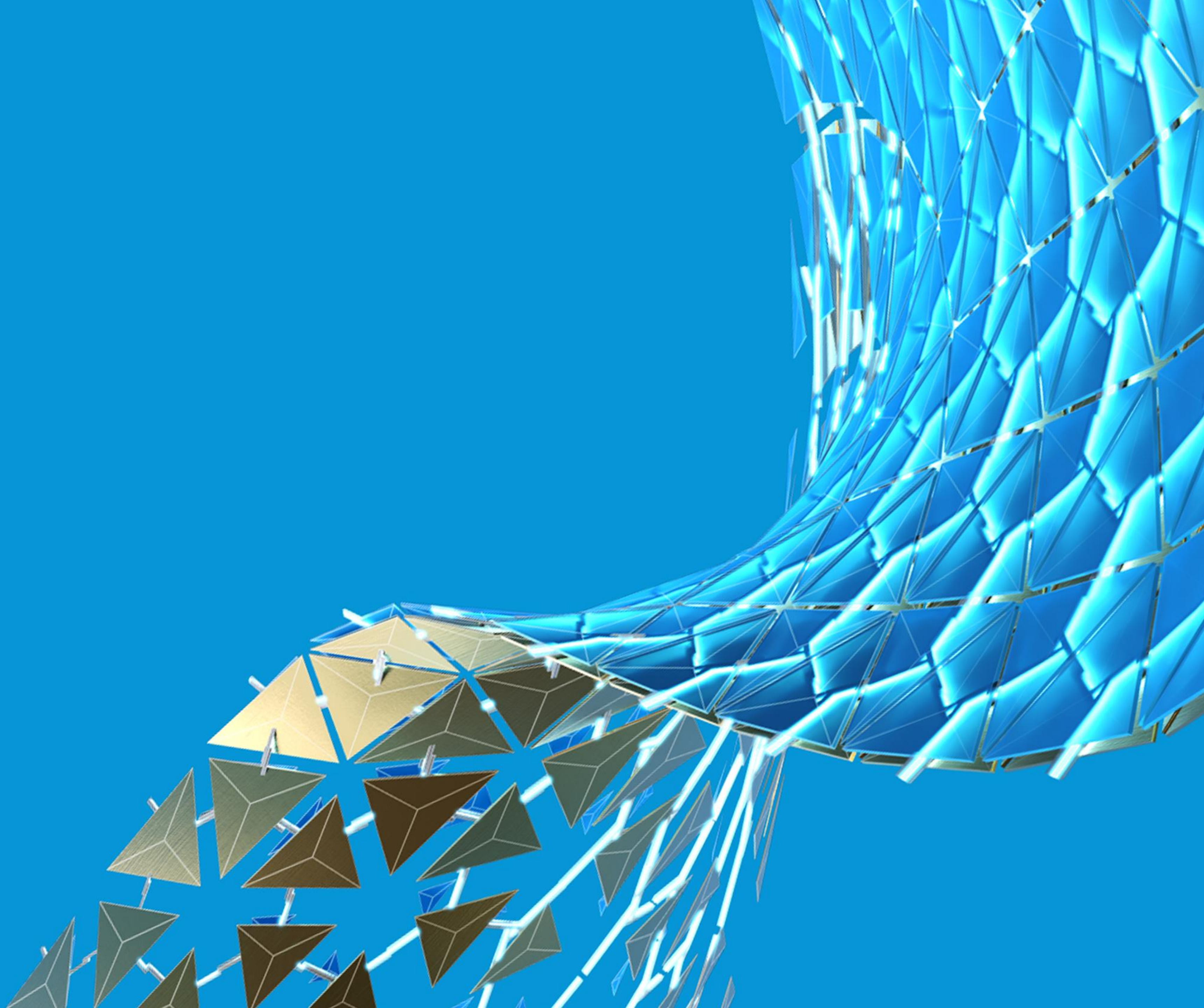
从小项目做起（或大型项目的小系统），提前发现困难，避免半途而废

理想的 AutoCAD Plant 3D 项目，应完全甩开二维设计，否则浪费人力、时间和经费成本，甚至可能耽误总体进度。

小而典型的项目，适合项目核心团队探路，反复寻找可能影响进度的重大问题。

感谢聆听~

zhaoly@ihep.ac.cn





Autodesk and the Autodesk logo are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product and services offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.

© 2020 Autodesk. All rights reserved.