



汽车先进技术译丛

 Springer

汽车研发中的 集成计算机辅助设计

Integrated Computer-Aided
Design in Automotive Development

[奥] 马里奥·希尔茨 (Mario Hirz)
威廉·迪特里希 (Wilhelm Dietrich) 著
安东·格夫莱勒 (Anton Gfrerrer)
约翰·朗 (Johann Lang)

江苏大学 组译
尹必峰 董非 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车先进技术译丛

汽车研发中的 集成计算机辅助设计

马里奥·希尔茨 (Mario Hirz)
[奥] 威廉·迪特里希 (Wilhelm Dietrich) 著
安东·格夫莱勒 (Anton Girrerer)
约翰·朗 (Johann Lang)

江苏大学 组译
尹必峰 董非 译

机械工业出版社

Translation from English language edition:

Integrated Computer – Aided Design in Automotive Development

by Mario Hirz, Wilhelm Dietrich, Anton Gferrer and Johann Lang

Copyright © 2013 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

版权所有，侵权必究。

This title is published in China by China Machine Press with license from Springer. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 **Springer** 授权机械工业出版社在中国境内（不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区）出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01 - 2014 - 1299 号。

图书在版编目(CIP)数据

汽车研发中的集成计算机辅助设计/ (奥) 马里奥·希尔茨 (Mario Hirz) 等著; 尹必峰, 董非译. —北京: 机械工业出版社, 2017.5

(汽车先进技术译丛)

书名原文: Integrated Computer – Aided Design in Automotive Development

ISBN 978-7-111-56882-7

I. ①汽… II. ①马… ②尹… ③董… III. ①汽车 - 计算机辅助设计
IV. ①U462-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 108588 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孙 鹏 责任编辑: 孙 鹏

责任校对: 张 征 封面设计: 鞠 杨

责任印制: 李 飞

北京铭成印刷有限公司印刷

2017 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 24.75 印张 · 插页 · 474 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 56882 - 7

定价: 199.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010 - 88361066

读者购书热线: 010 - 68326294

010 - 88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

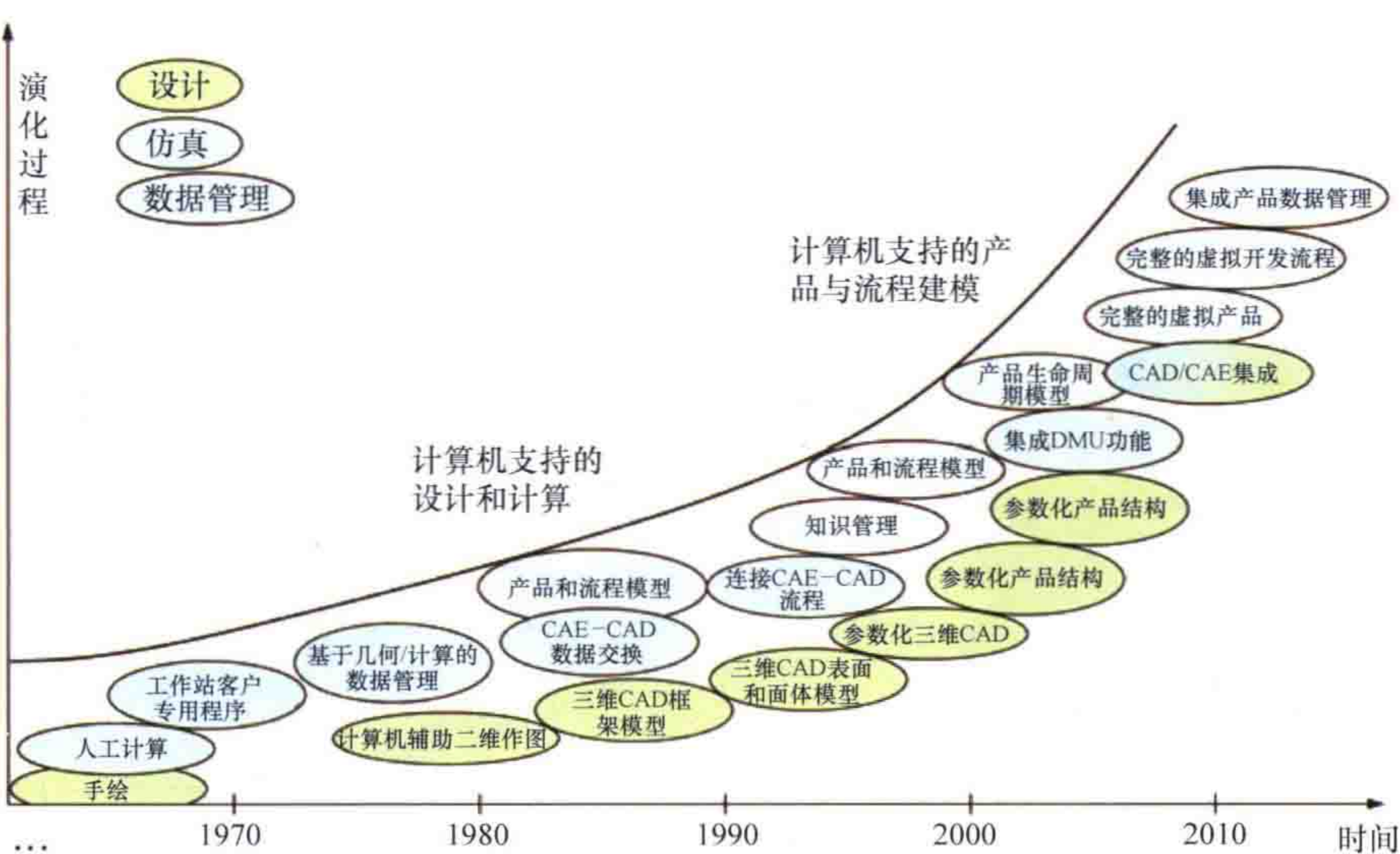


图 2-4 CAD、CAE 以及数据管理系统的发展历史（以 [4-6] 为基础）

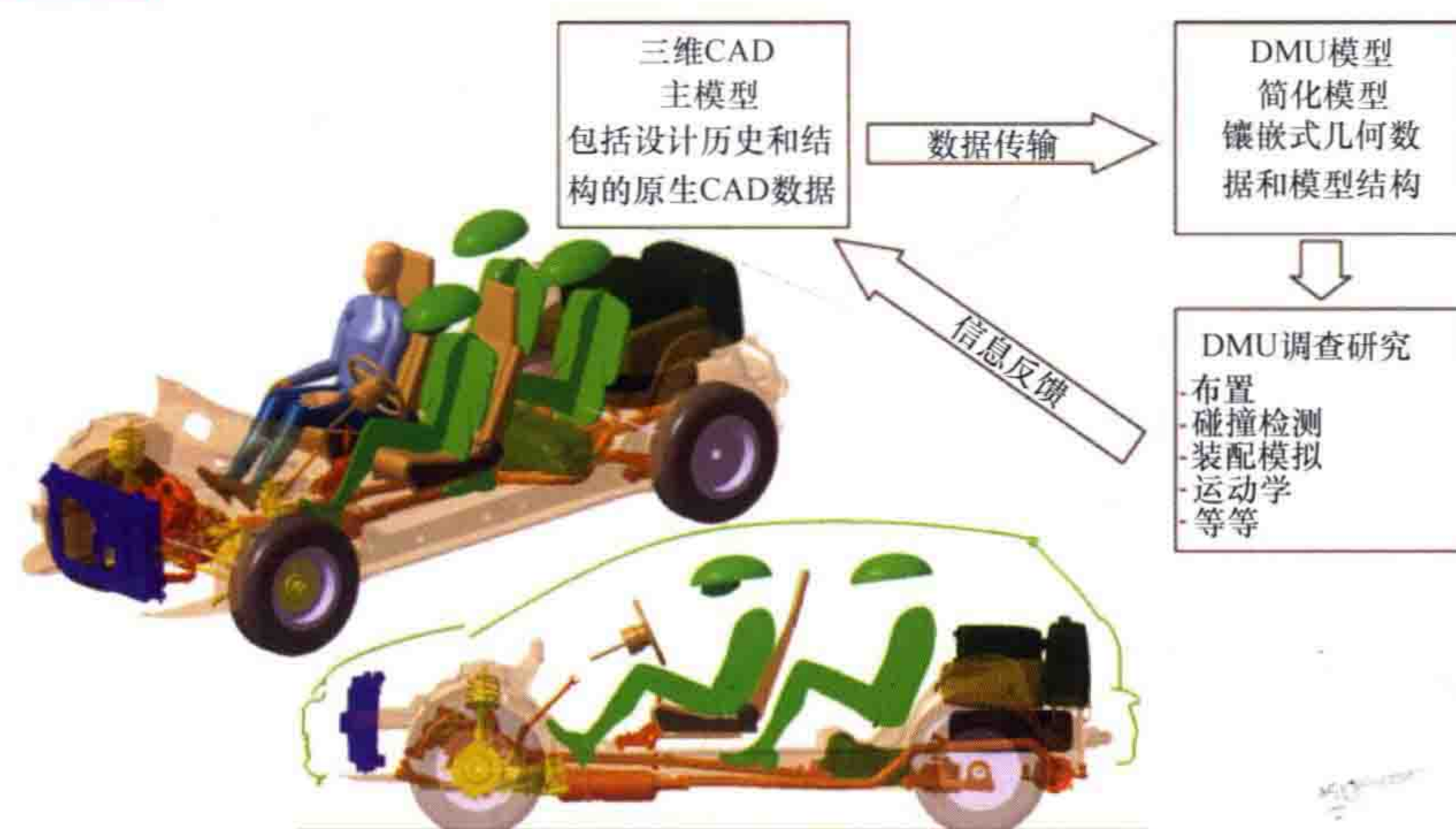


图 2-7 基于概念车辆包装研究的 DMU 工作流程^[8]

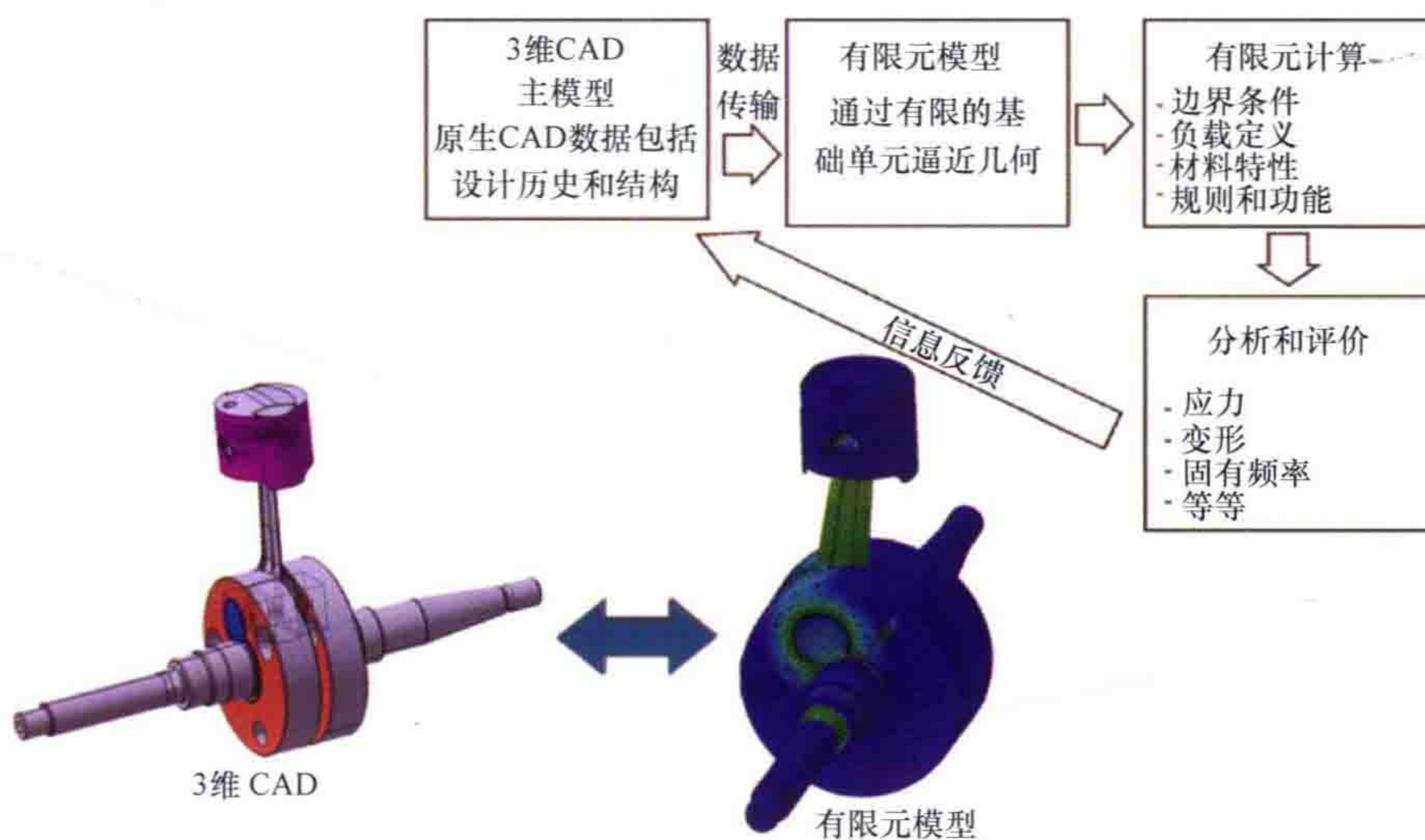


图 2-8 有限元过程中的数据流和单缸发动机曲轴的有限元模拟示例

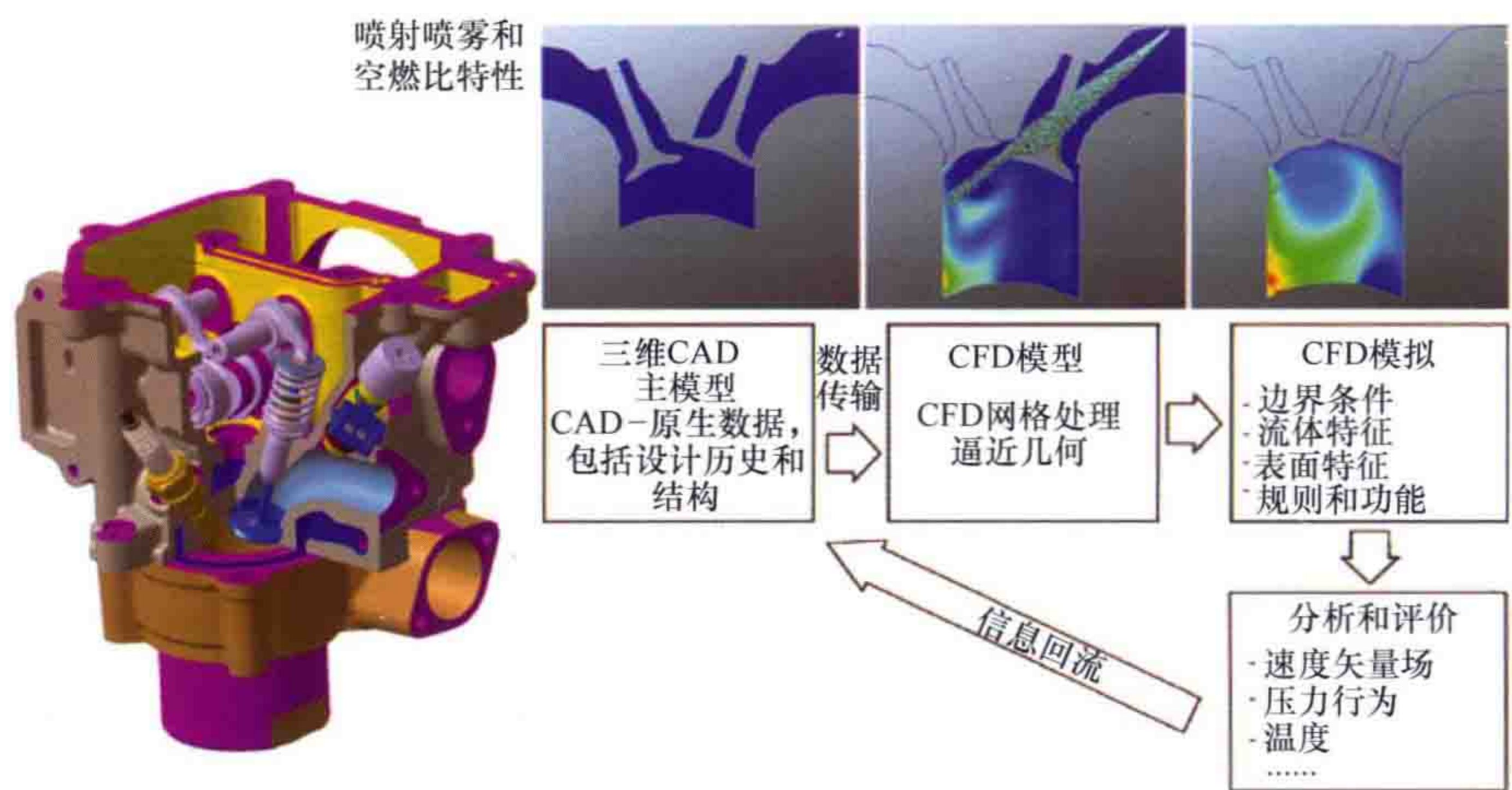


图 2-9 气缸盖装配件和摩托车发动机的 CFD 模拟

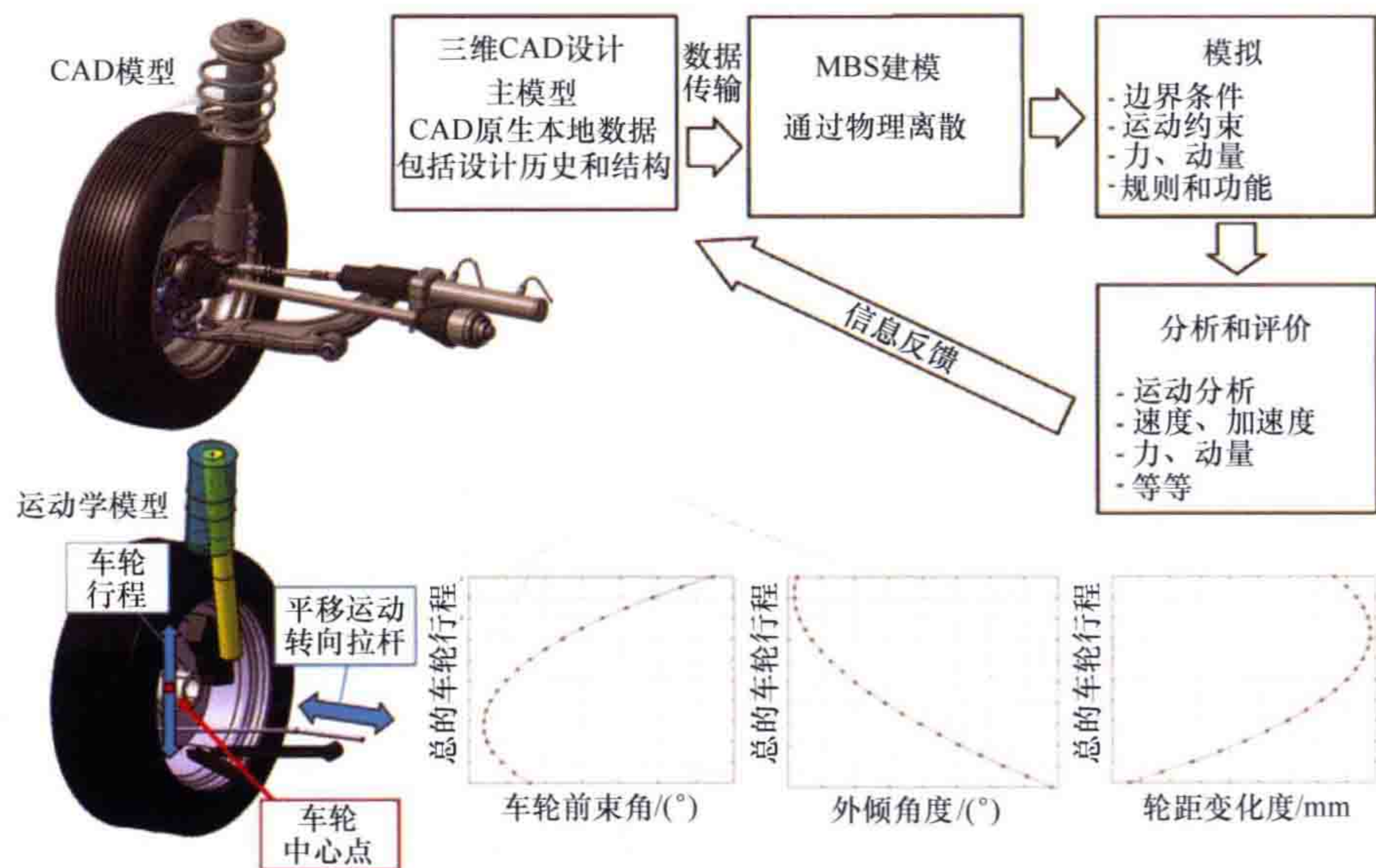


图 2-10 汽车悬架的 MBS 图示



图 2-11 VR 设备和电子屏幕显示

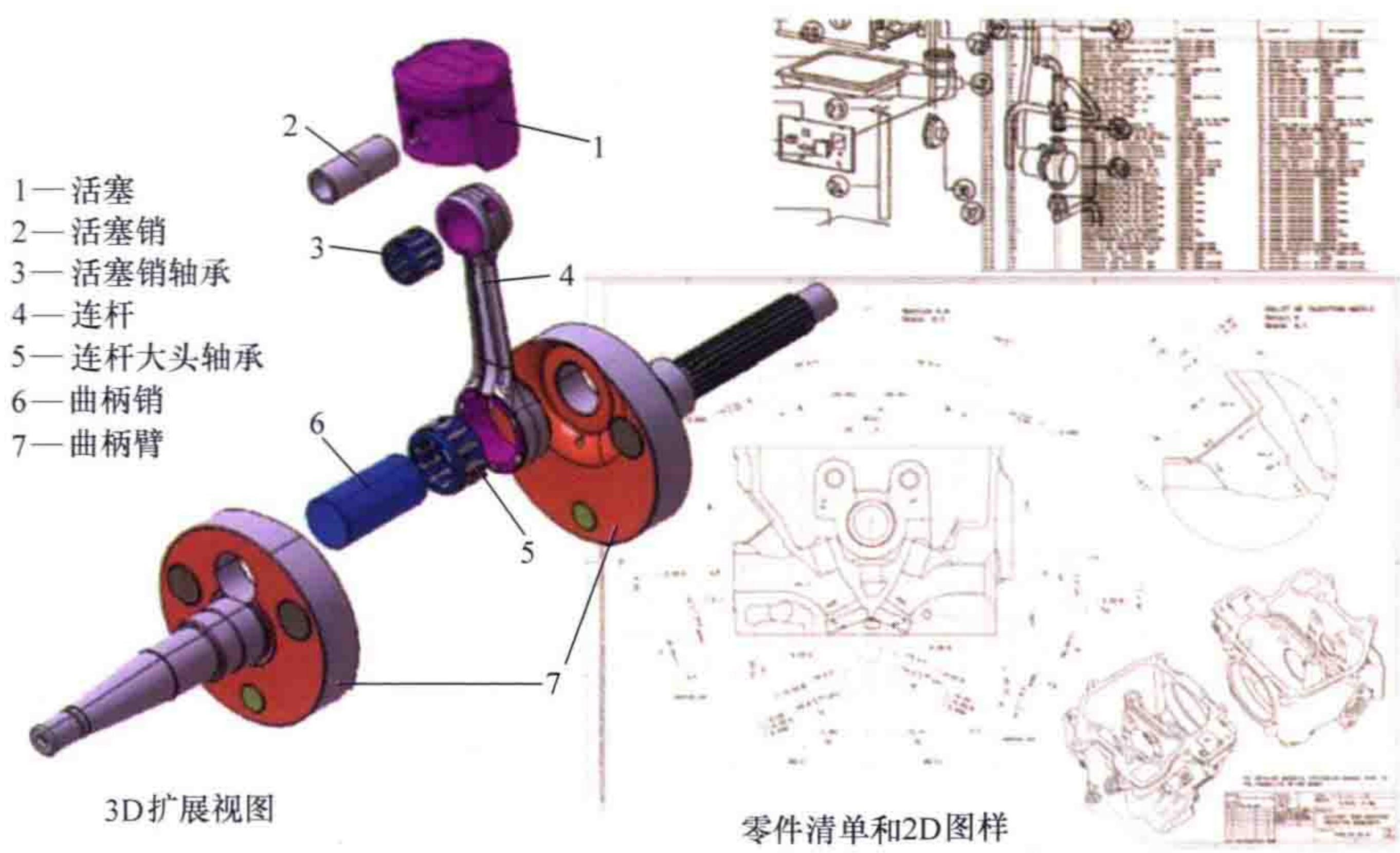


图 2-12 TPD 实例

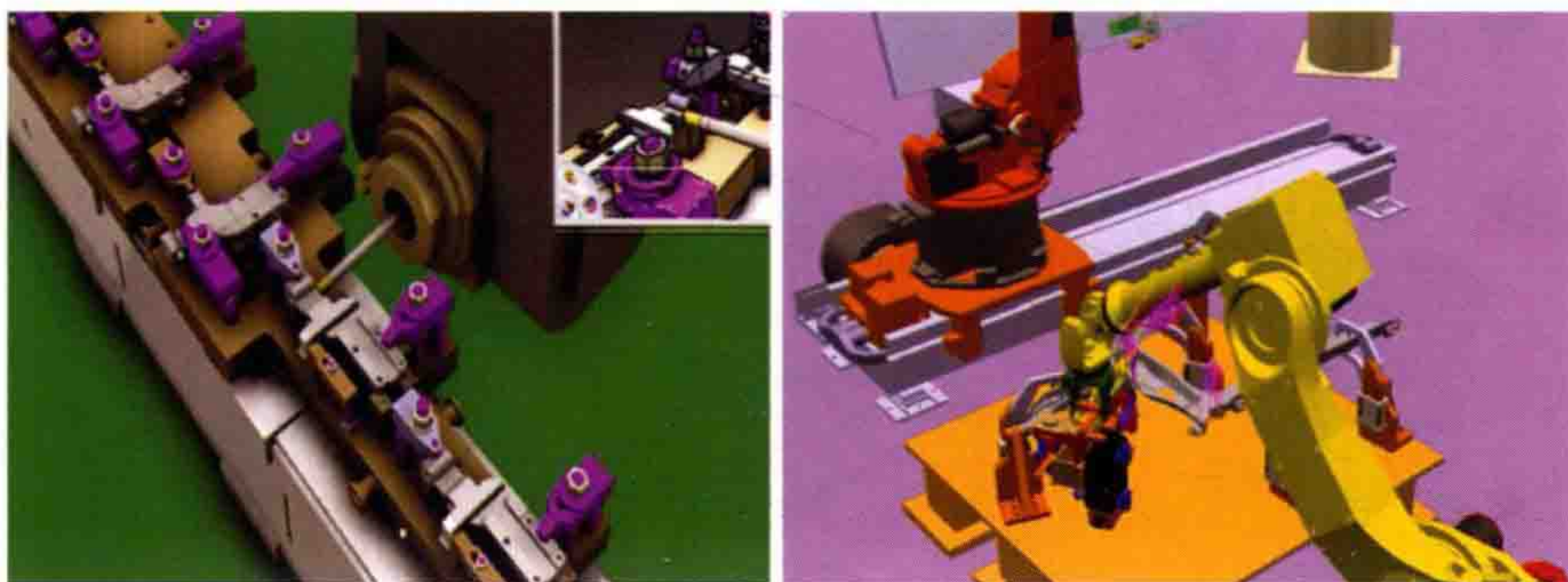


图 2-14 数字控制和机器人控制模拟实例

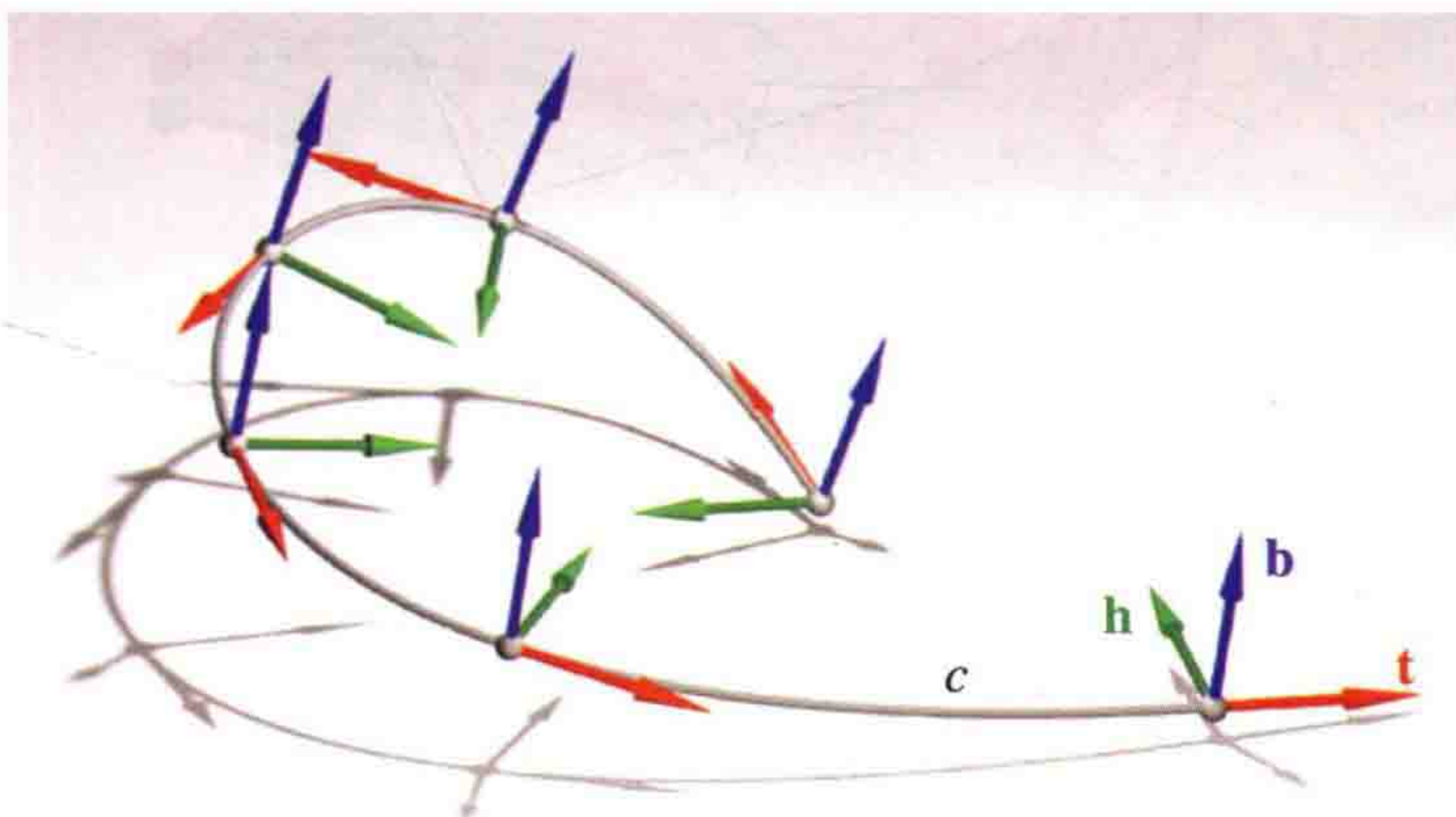


图 3-23 对于不同弧长参数值 s 的曲线 c 和其 Frenet 标架 $\{t, h, b\}$ 。切向量 t ，主法线向量 h ，次法线向量 b 分别用红色、绿色、蓝色表示

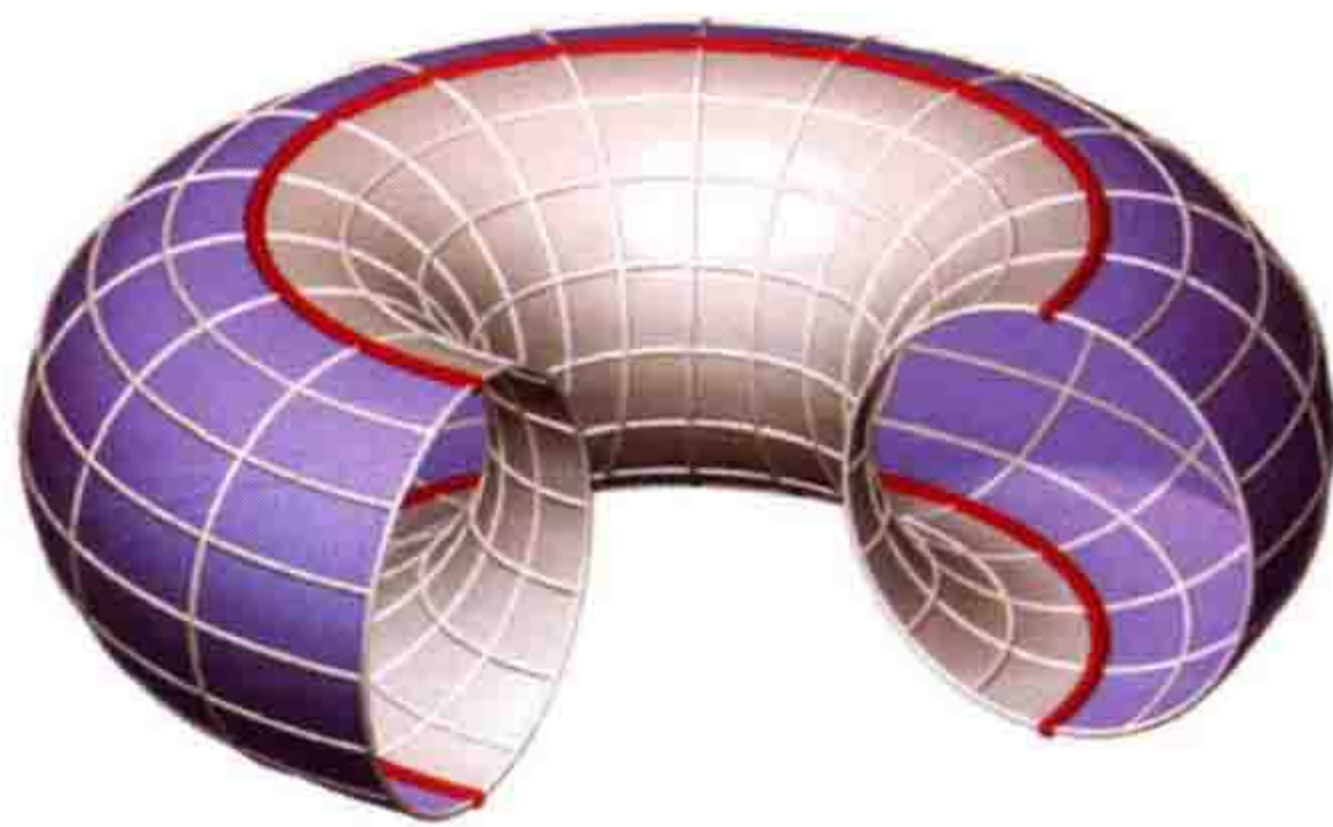


图 3-76 在一个环面上，有一块椭圆面点的区域（蓝色的，高斯曲率 $K > 0$ ），另一块区域是由双曲面点组成的（灰色的，高斯曲率 $K < 0$ ）。这两块区域的边界曲线是两个圆（红色），圆上的点是抛物面点（高斯曲率 $K = 0$ ）

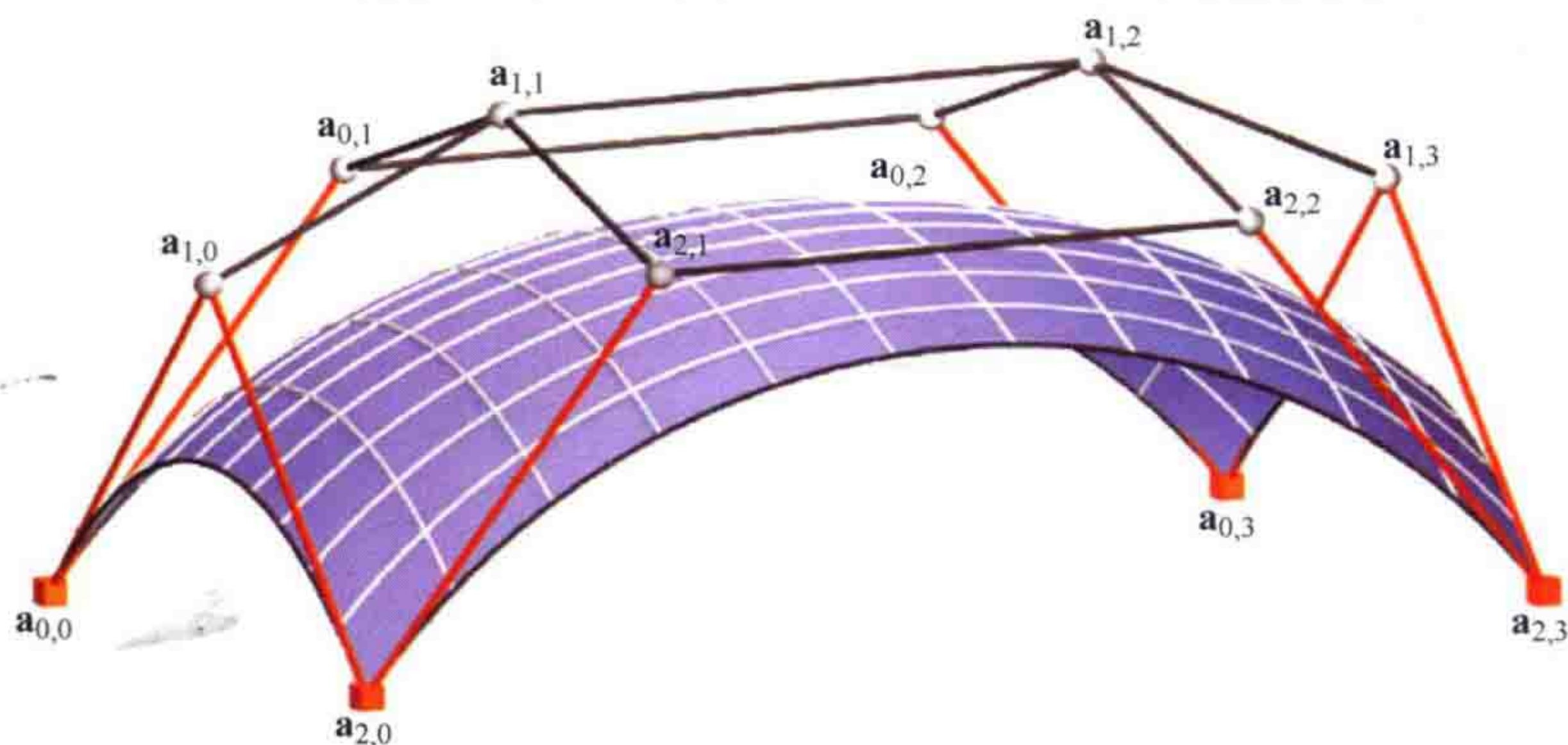


图 3-101 (2, 3) 控制网格构成了一个贝塞尔曲面。曲面边缘和控制网格边缘重合；在各角点的切向面，相应的线（橙色）也横穿而过。参数线是贝塞尔曲线本身，四个边界曲线的控制多边形构成网格的边界线

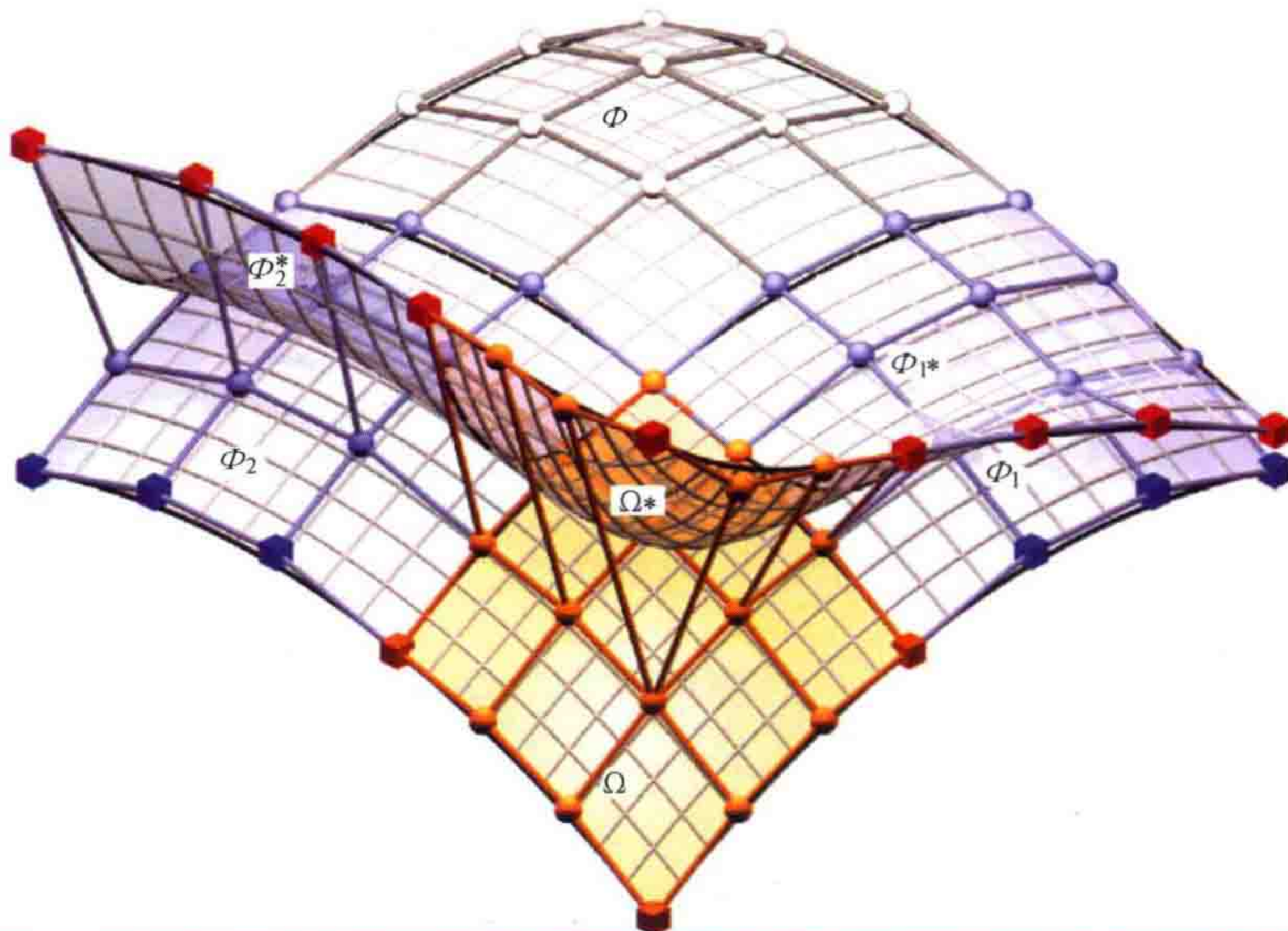


图 3-107 给定 (m, n) 阶贝塞尔曲面片 Φ （此处， $m=n=3$ ），在 u, v 两个方向以 C^2 连续 ($k=1$) 延伸该曲面片，直至整体延伸再次填充矩形域。新产生的曲面有待修正，以保持 C^2 连续性。首先，如构造 3.6 所示，在 u 方向和在 v 方向分别生成 Φ_1 和 Φ_2 这两个 C^2 连续的延伸曲面（蓝色面片）。深蓝色立方体为仍可以修正的控制点，红色立方体表示已修正过的控制点。按此种方式修正的延伸曲面片分别被命名为 Φ_1^* 和 Φ_2^* 。最后，根据构造 3.9，须在 v 方向和在 u 方向分别延伸曲面片 Φ_1^* 和 Φ_2^* 。最终得到曲面片 Ω^* 。当 $(m-k) \times (m-k) = 1$ 时，此例中只有一个点可以修正，即图中前上角红色立方体所代表的点。为便于比较，该图还显示了未经修正的曲面片 Φ_1, Φ_2 以及由这两个曲面片所生成的曲面片 Ω （黄色）

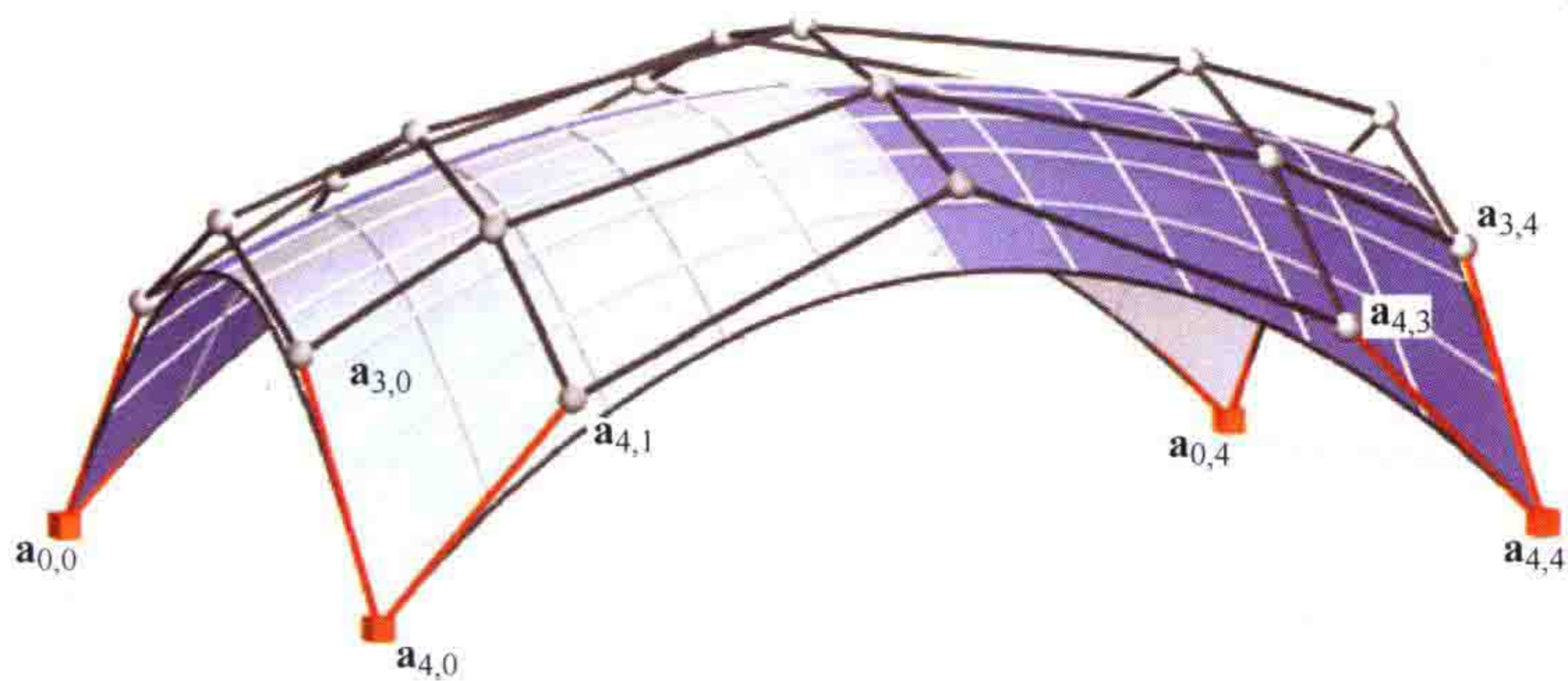


图 3-109 节点向量必须调整（参见式（3.225）和式（3.226）），以实现角点插值特性。在此例中， $m=n=4$ ， $k=l=4$ 。角点 $\mathbf{a}_{0,0}$ ， $\mathbf{a}_{0,4}$ ， $\mathbf{a}_{4,0}$ ， $\mathbf{a}_{4,4}$ （橙色立方体）上的切向面被各自的 deBoor 网格的边缘（橙色）分割

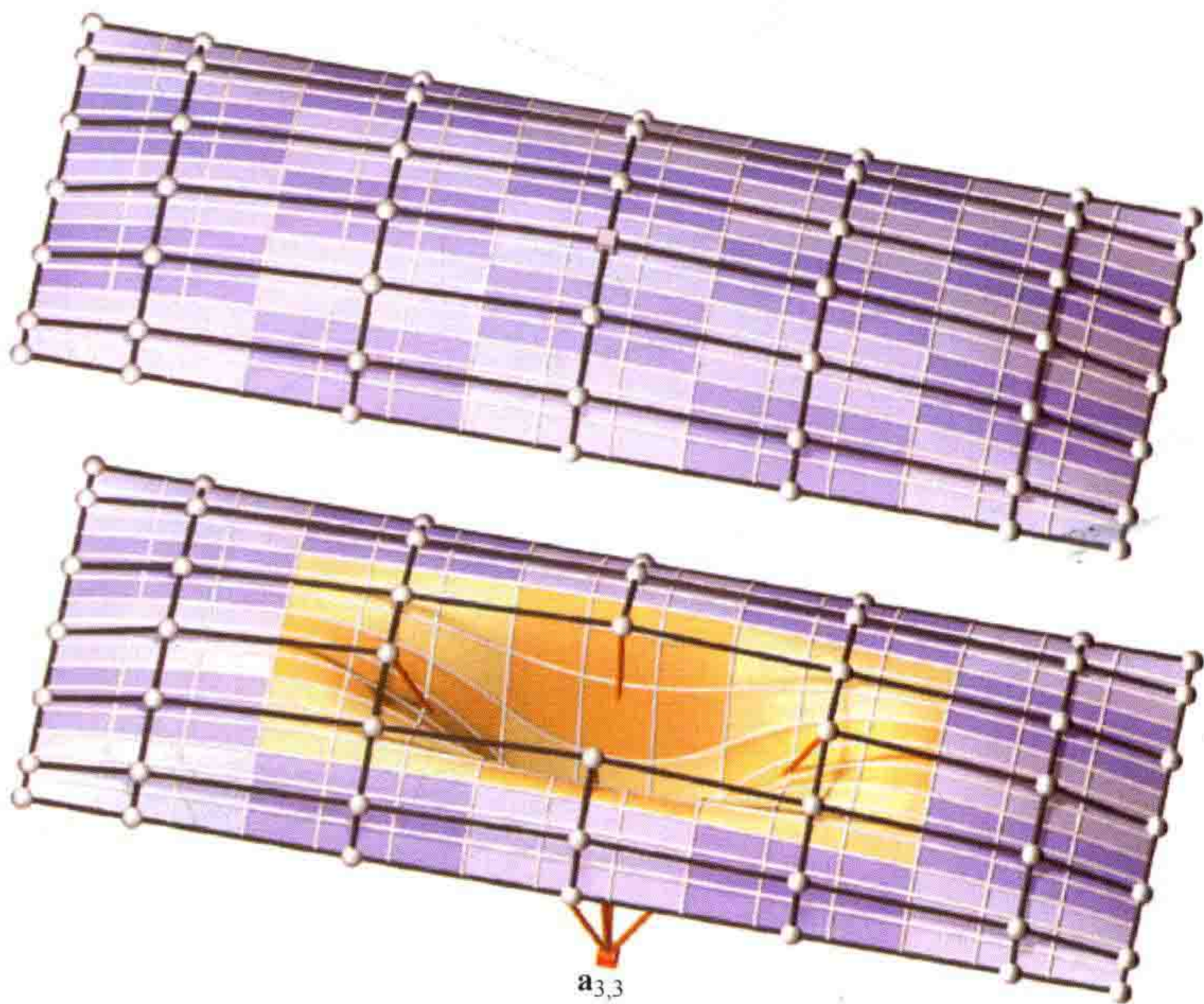


图 3-111 为 B 样条曲面的局部控制特性。此处， $m=n=6$ ， $k=l=3$ 。B 样条片段用浅蓝色和蓝色标记。它们之间的过渡区全都是 C^1 连续。顶部为原始曲面片 Φ 。在底部， Φ 的控制点 $\mathbf{a}_{3,3}$ 已被修正（橙色立方体）。受修正影响的为黄色片段，其他部分保持不变。在整个曲面上，曲面片间的过渡仍然是 C^1 连续

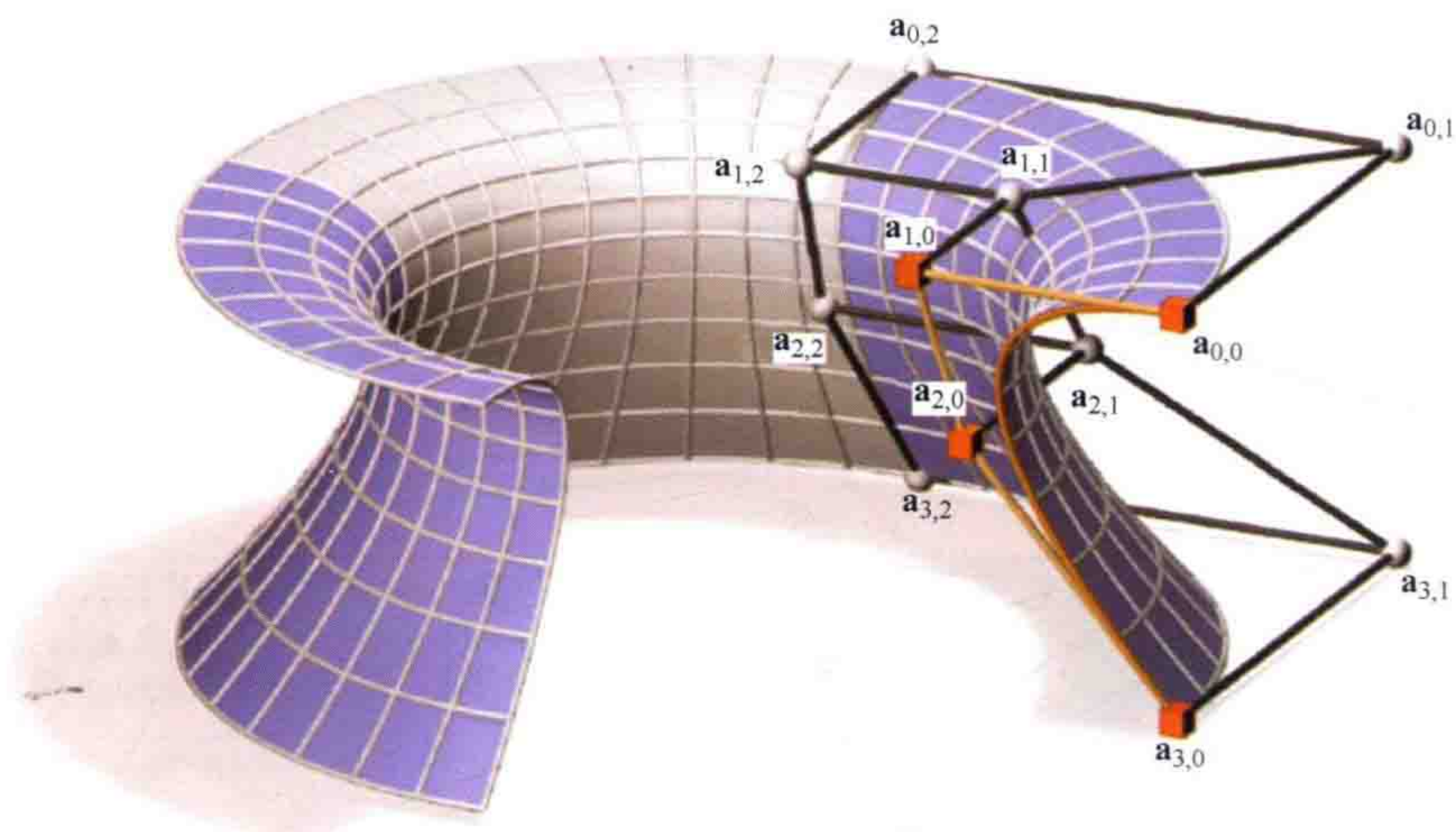


图 3-113 是表述为有理贝塞尔曲面的旋转有理曲面。另外，也对其 1/4 部分的控制网格进行了图解说明

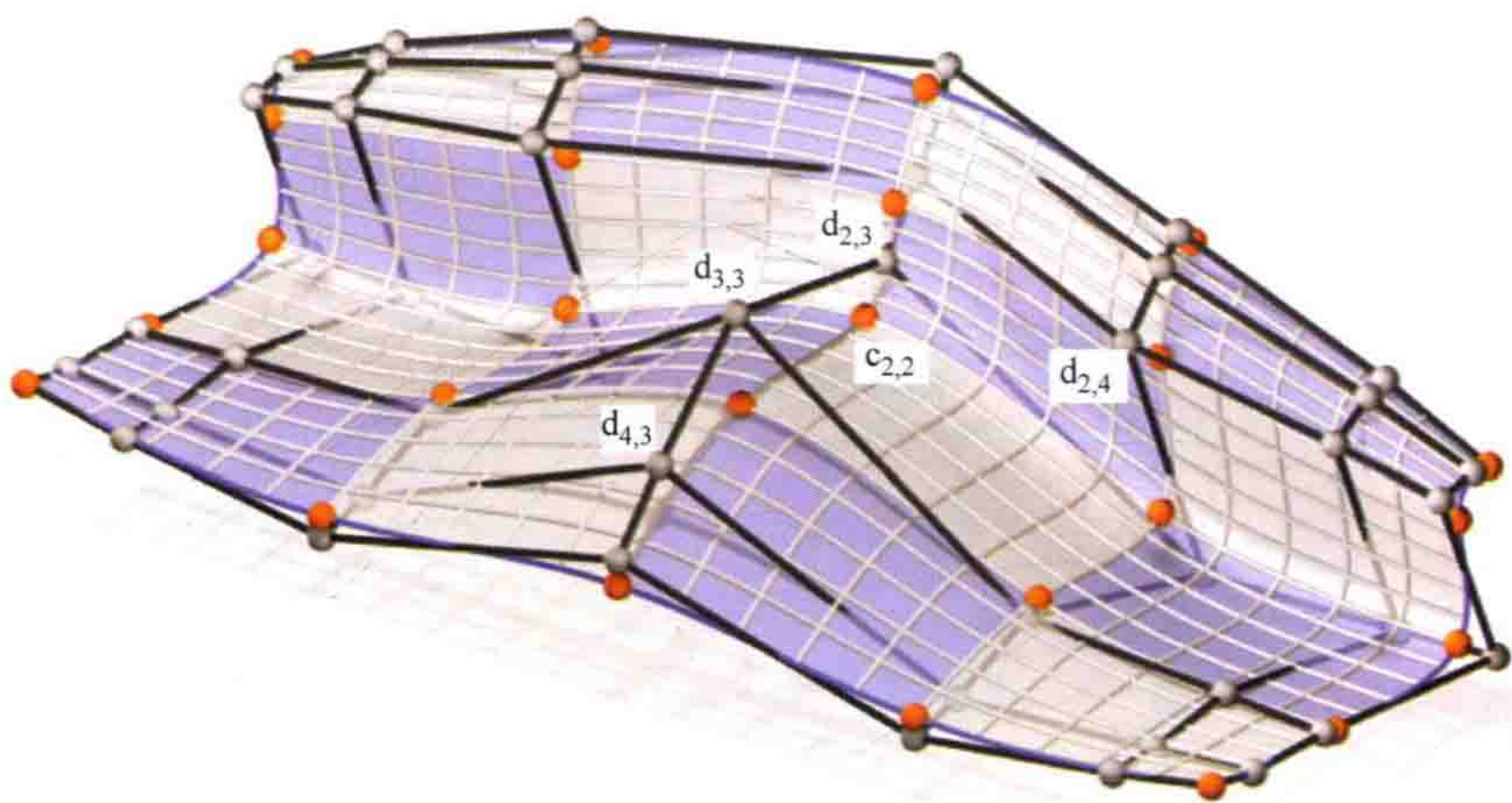


图 3-118 通过有 5×5 输入数据点 c_{ij} 的三次 B 样条曲面进行二元插值。通过算法 3.7，可以计算合适的 B 样条插值曲面片的 de Boor 节点 d_{ij} ， $i, j=0, \dots, 6$ 。这组数据点 c_{ij} ， $i, j=0, \dots, 4$ （橙色）是待插值的节点，它们与图 3-116 中的插值点完全一样。对比图 3-116 中的拉格朗日法，可看出，B 样条方法给出了更具有适应性的插值曲面，它也不易产生振荡

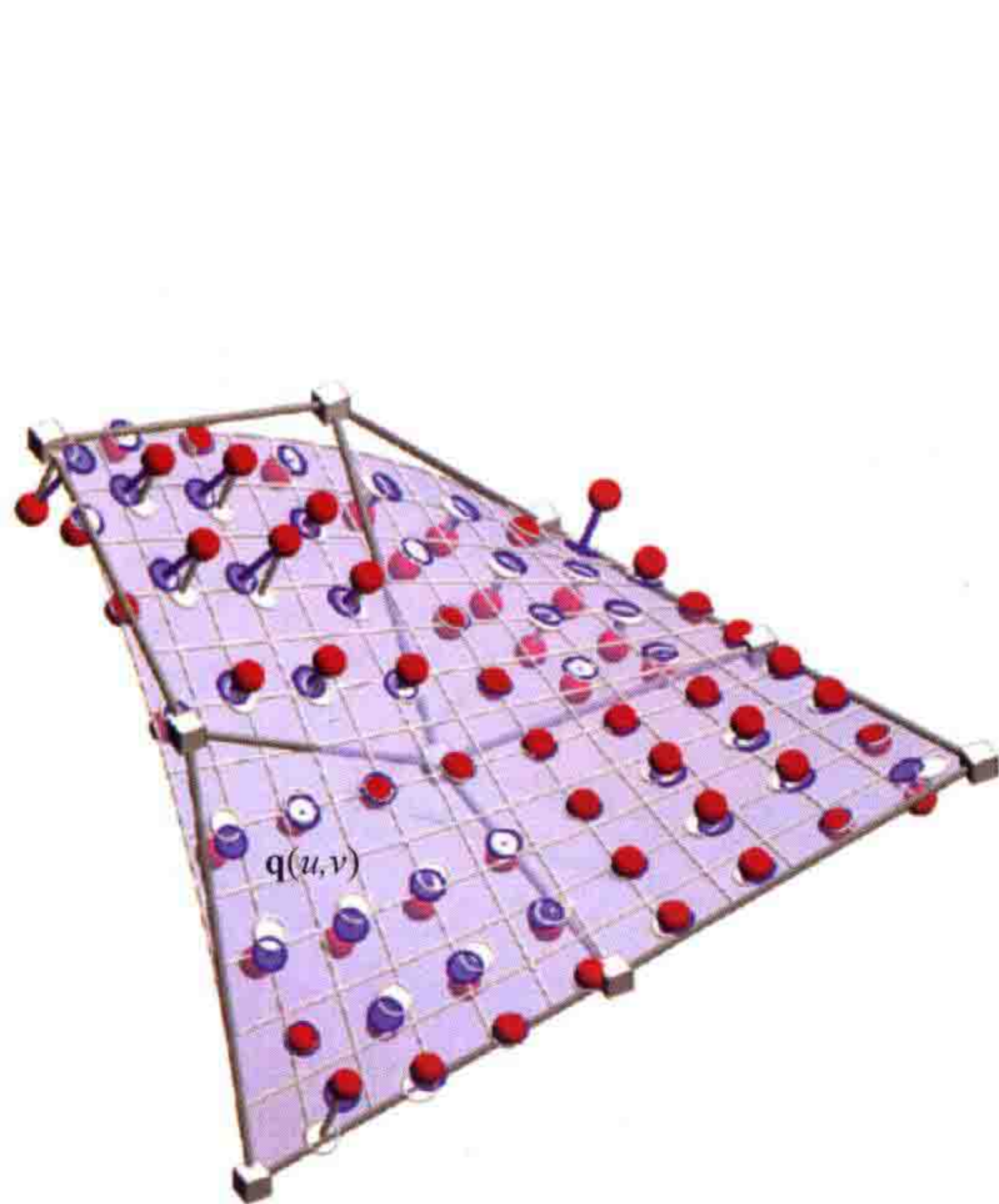


图 3-120 三维空间中有 64 个点的点云可通过 $(2, 2)$ 阶贝塞尔曲面进行逼近。输入点用红色突出显示。算法 3.9 中最小化的函数是输入点（红色）和参数对 (s_a, t_a) 拟合平面上的点之间距离的平方和；后者标记为白色圆盘。需要注意的是，这些点一般不是逼近曲面上的垂足点（标记为蓝色圆盘）

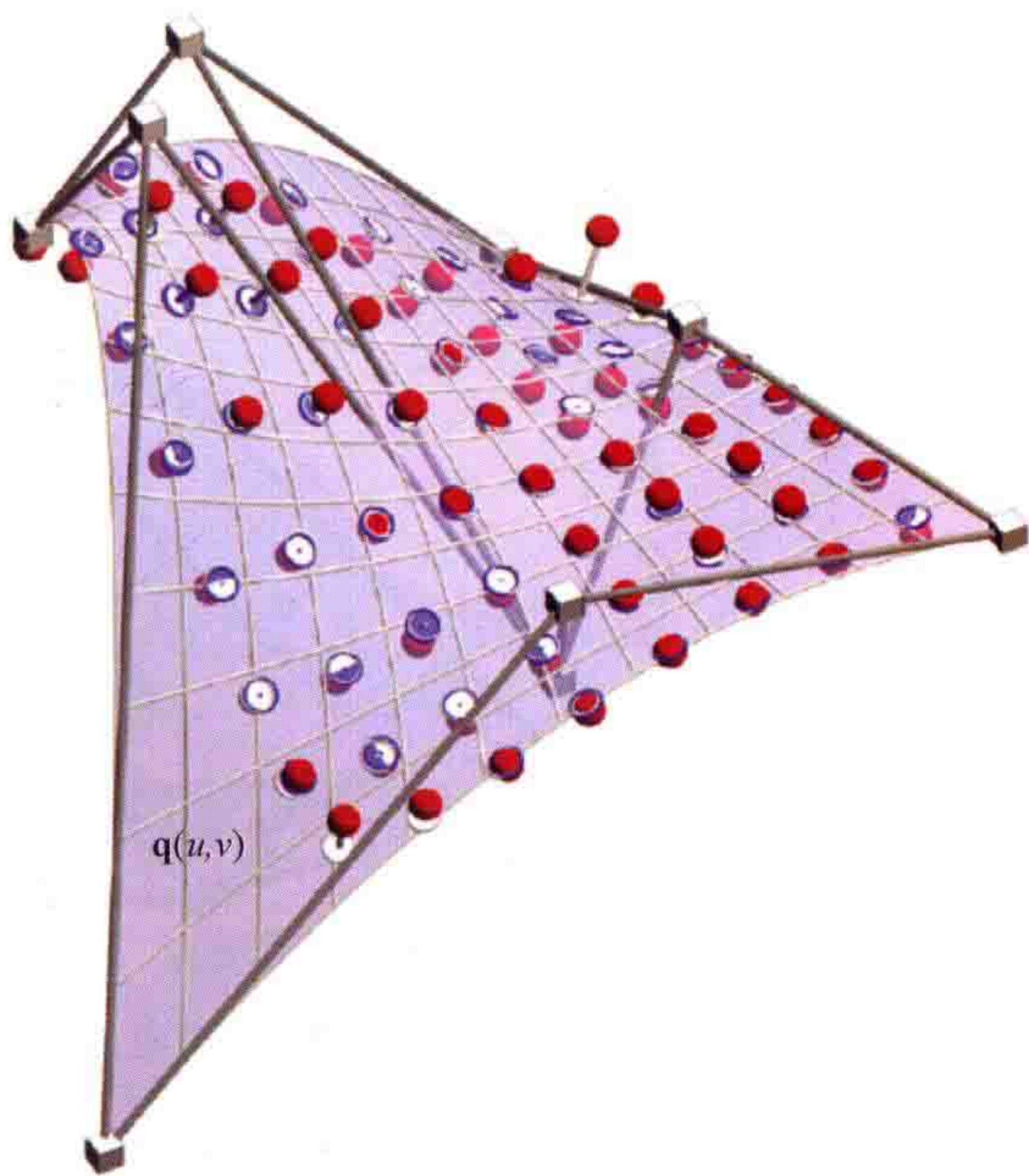


图 3-121 使用了一组与图 3-120 相同的输入点，再次通过 $(2, 2)$ 阶贝塞尔曲面逼近。此处，根据算法 3.10，采用了六轮参数修正。作为迭代参数修正的结果，白色圆盘和蓝色圆盘在整个曲面上几乎完全相同

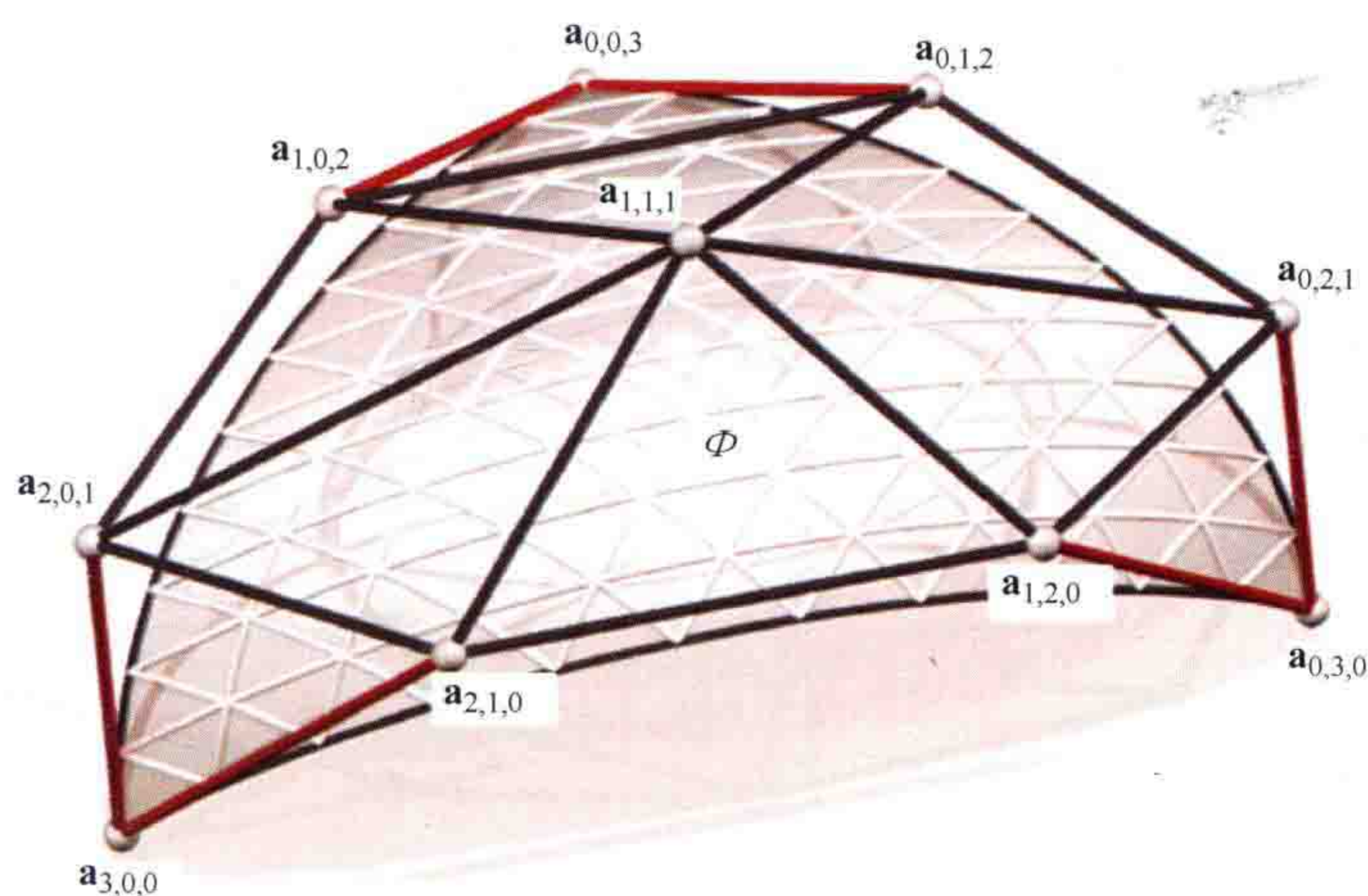


图 3-124 为三阶三角贝塞尔曲面片 Φ 及其控制网格 $\{a_{ijk}\}$ 。相交在三角形曲面片角点的两条线（红线）穿过角点的切向面。此图还显示了包括曲面片的边界曲线在内的几个参数线。参数线形成一个三重编织结构

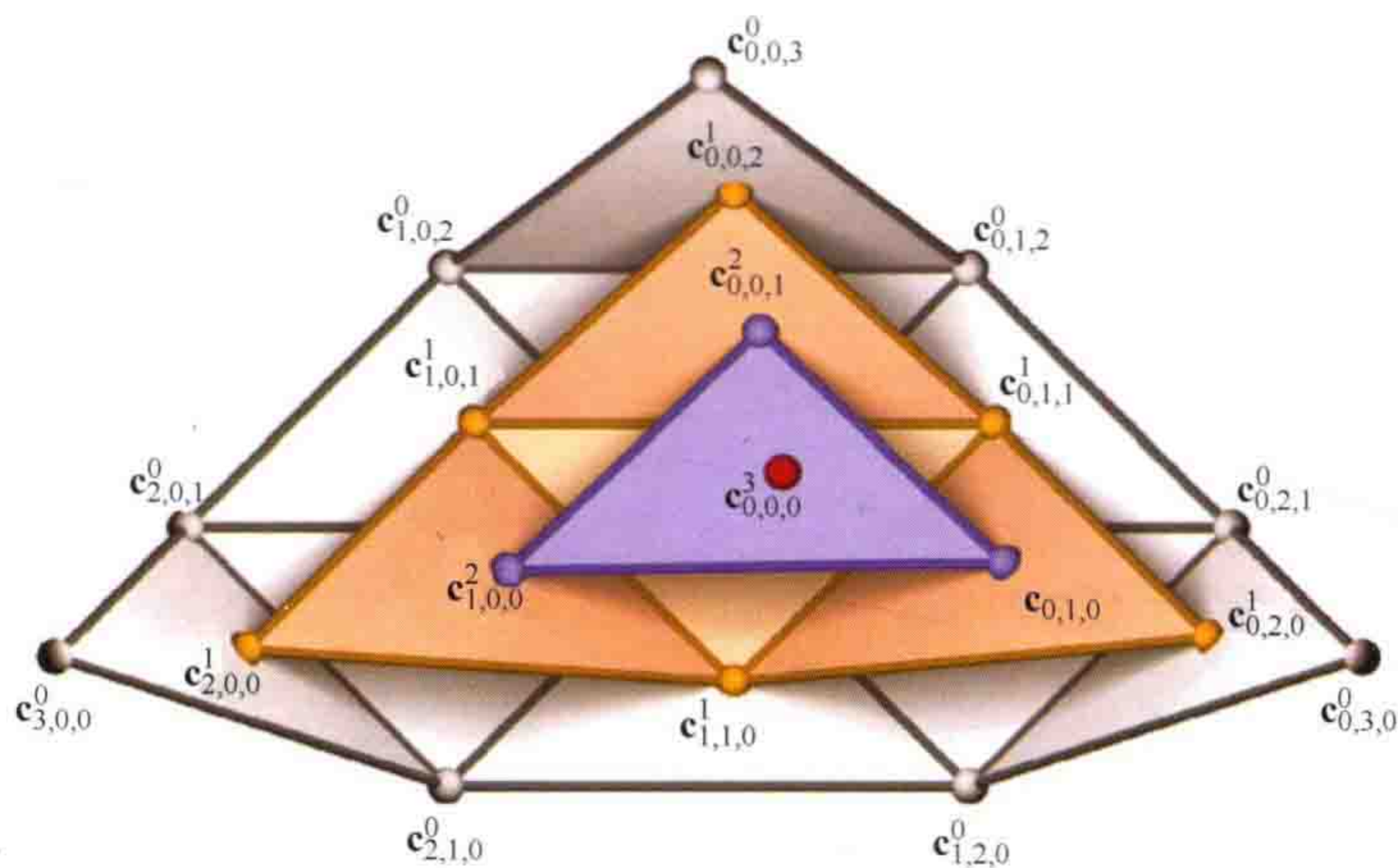


图 3-125 为运用于给定的三阶贝塞尔曲面和三元参数 ($u_0=0.25, v_0=0.35, w_0=1-u_0-v_0=0.4$) 的 de Casteljau 方案。原控制网格 (灰色, 上标 0) 由 $n^2=9$ 个三角形构成, 即 $(n+1) \cdot n/2=6$ 个直立三角形和 $n \cdot (n-1)/2=3$ 个倒立三角形组成。根据式 (3.278), 网格内的每个直立三角形的角点都仿射连接到一个新的点, $r=1$ 。这样, 就到达下一代网格 (橙色, 上标 1)。用同样的方法处理网格内的每个直立三角形, 直至下一代网格的一个点上 (蓝色网格, 上标 2), 如此等等。最后, 得到一个网格, 它由一个单一点 (此处, $c_{0,0,0}^3=\mathbf{q}(u_0, v_0)$) 构成。这就是三角贝塞尔曲面所需的点, 并与给定的三元参数 (u_0, v_0, w_0) 相关。甚至可以指出, 只有倒数第二个三角形 (蓝色三角形) 才标志着所考虑的点的切向面

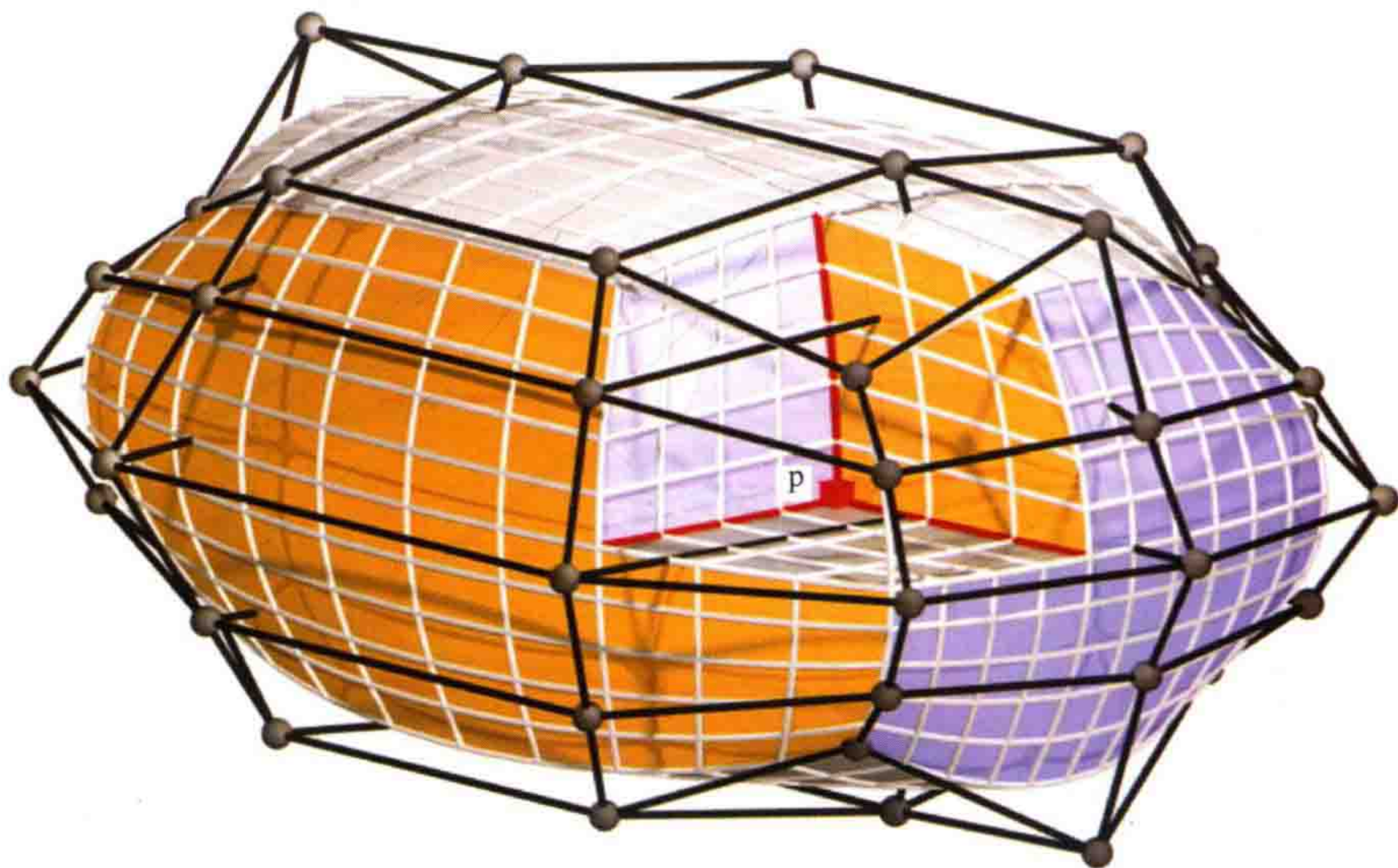


图 3-126 (k, m, n) = (2, 3, 4) 阶的贝塞尔体和其控制网格。与几条参数线 (白色) 一样, 边界曲面 $u=1$ (橙色)、 $v=1$ (蓝色) 和 $w=1$ (灰色) 均可见。三元参数 (u_0, v_0, w_0) = (0.6, 0.7, 0.5) 的点 $\mathbf{p} = \mathbf{q}(u_0, v_0, w_0)$ 用红色标记。(v, w) 参数曲面 $u = u_0$ 以及其他两个通过 $\mathbf{p}$ 点的参数曲面也显示在图中

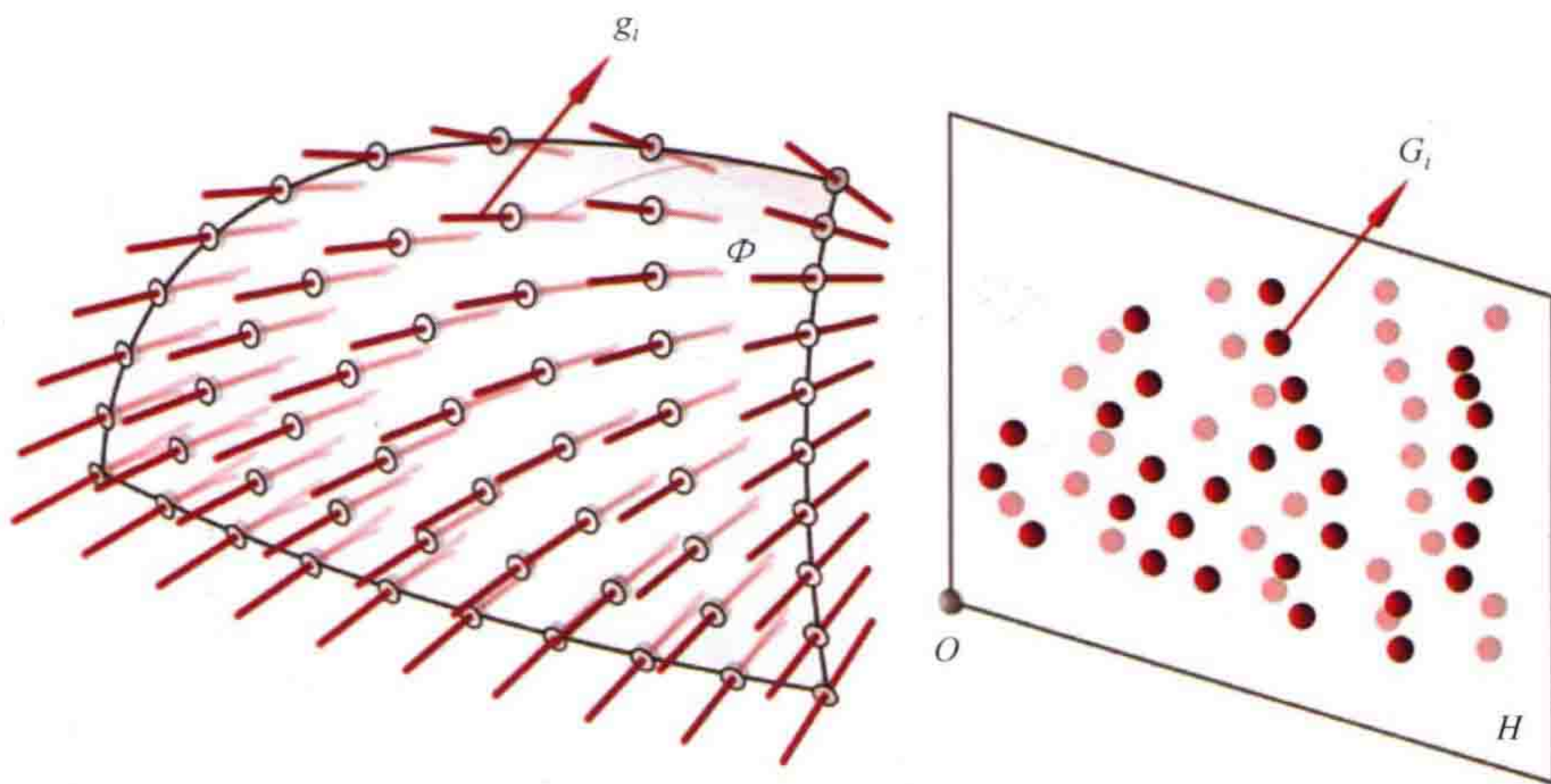


图 3-128 找到适合给定窗口曲面 Φ 的空间运动 M 。优化作业的输入由多个曲面法线 g_i (左图, 红色) 组成。尽管在高维空间中 (右图, 象征), 优化归结为散布数据点 G_i 的平面拟合问题

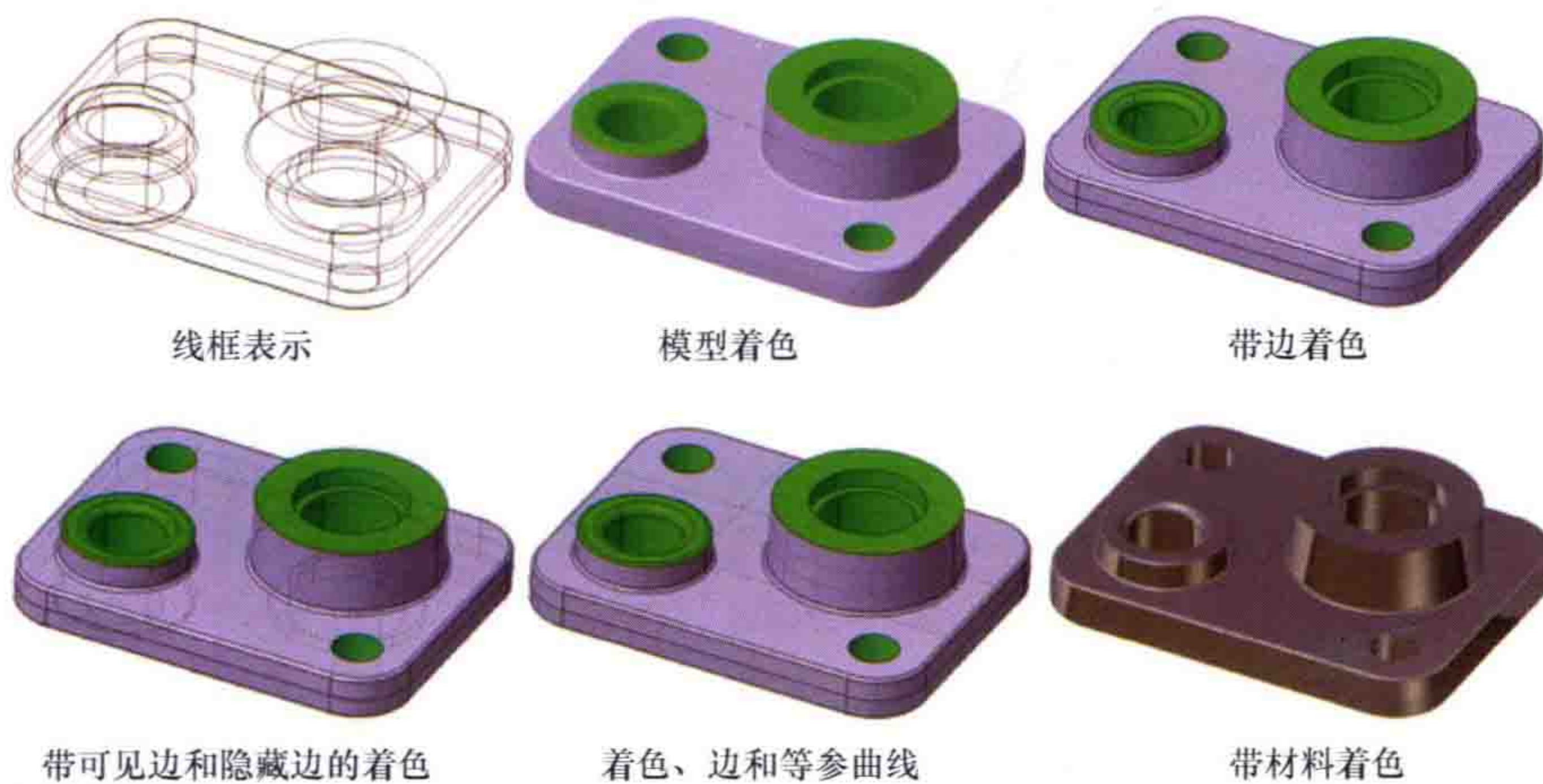


图 4-31 一组不同类型的 CAD 可视化

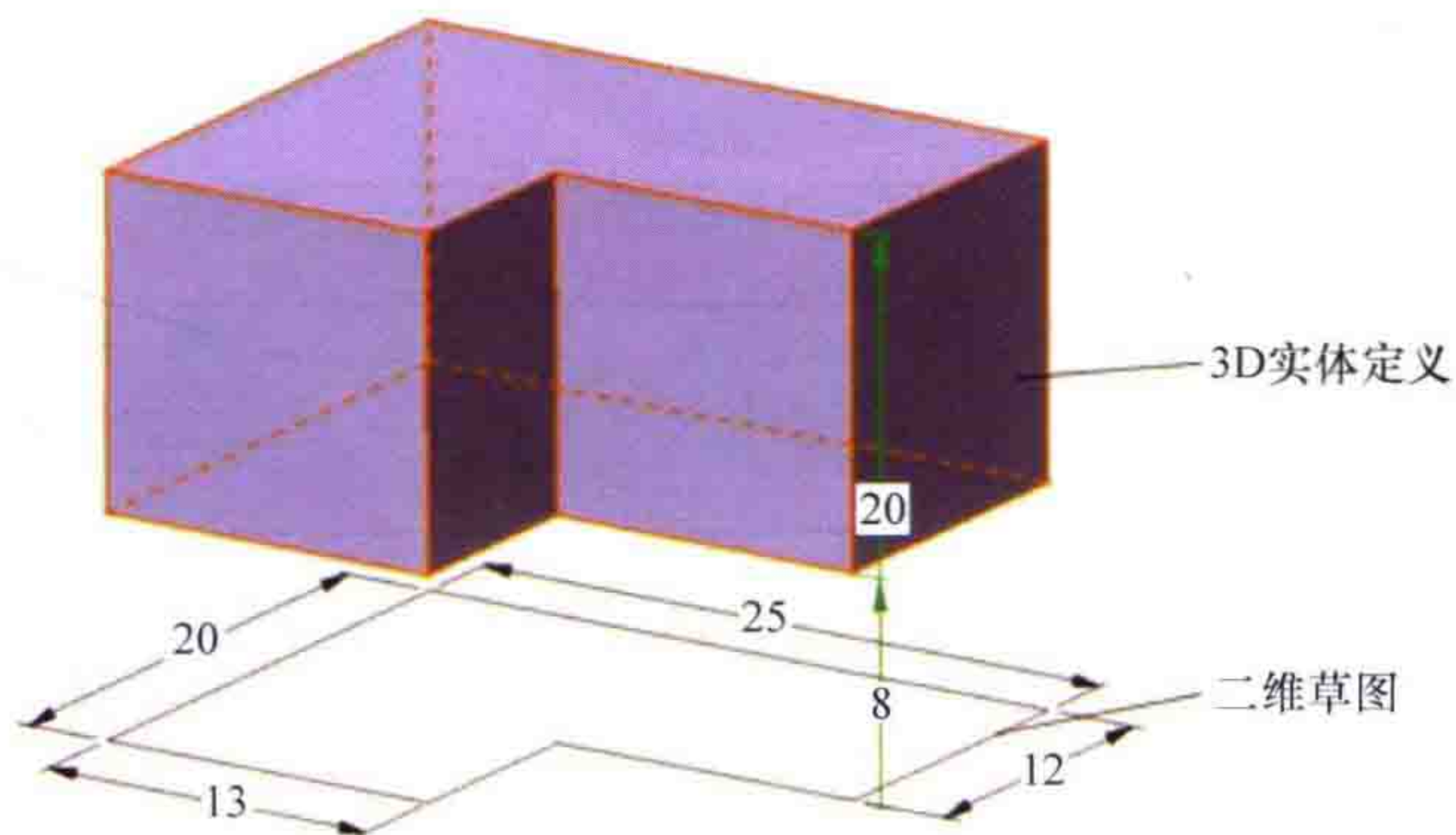


图 4-34 基于草图的实体定义



图 4-37 布尔运算活塞生产相关模型的应用



图 4-40 阀盖的示范性设计步骤



图 4-51 摩托车装配的骨架模型元素

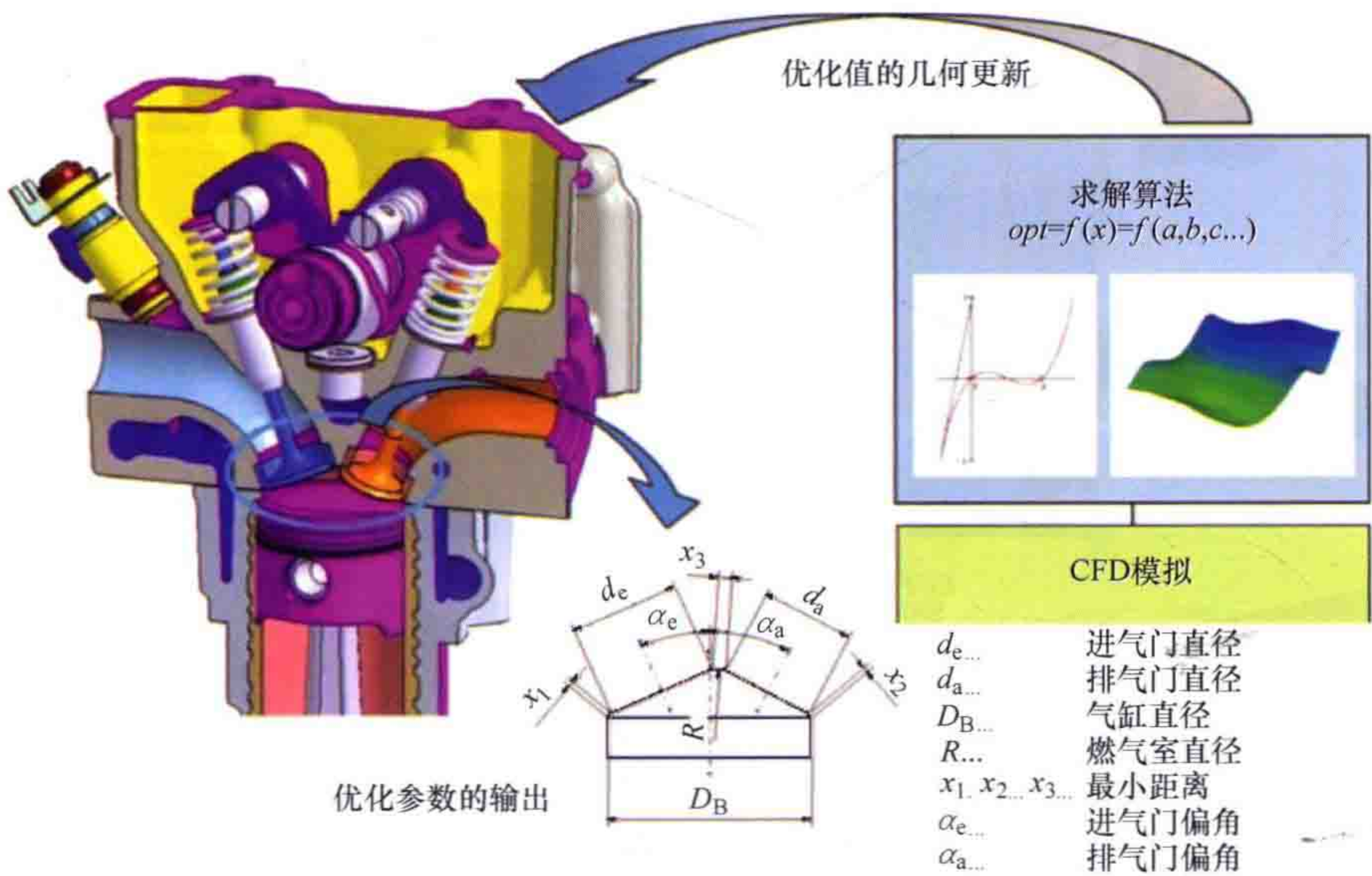


图 5-13 外部求解算法在气缸盖开发中的应用

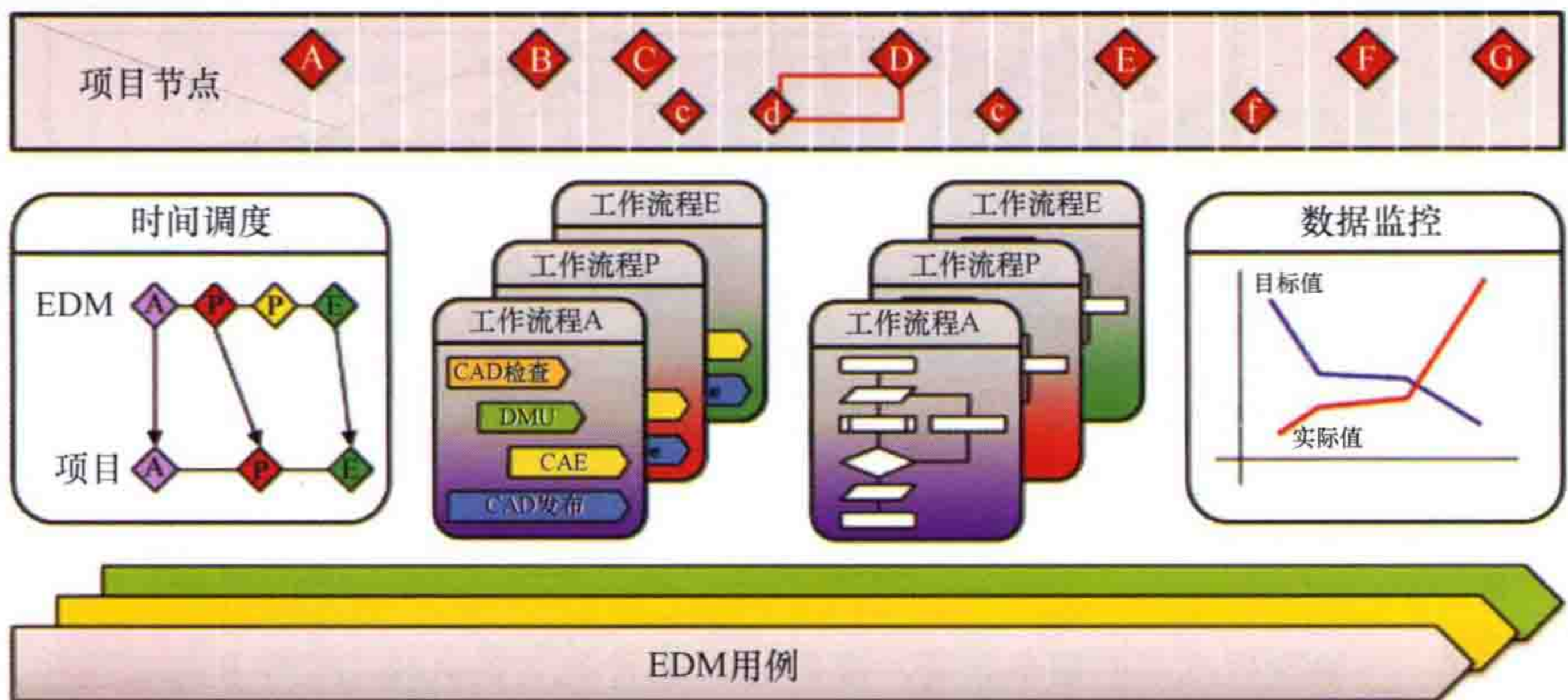


图 9-5 集成 CAD 数据管理的概念

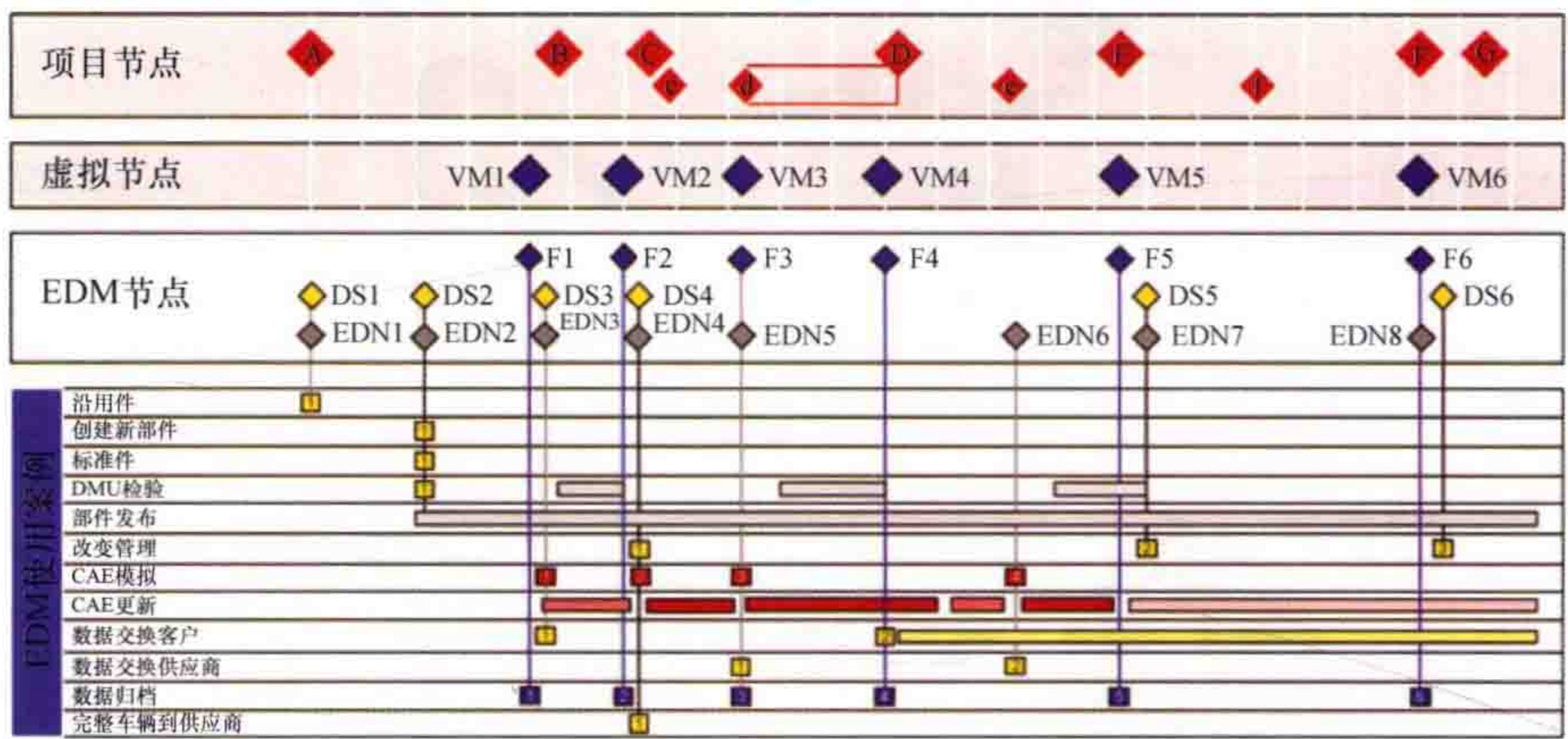


图 9-6 产品开发过程中的概念数据路线图



图 9-11 早期开发阶段中影响集成三维 CAD 模型的因素^[1]

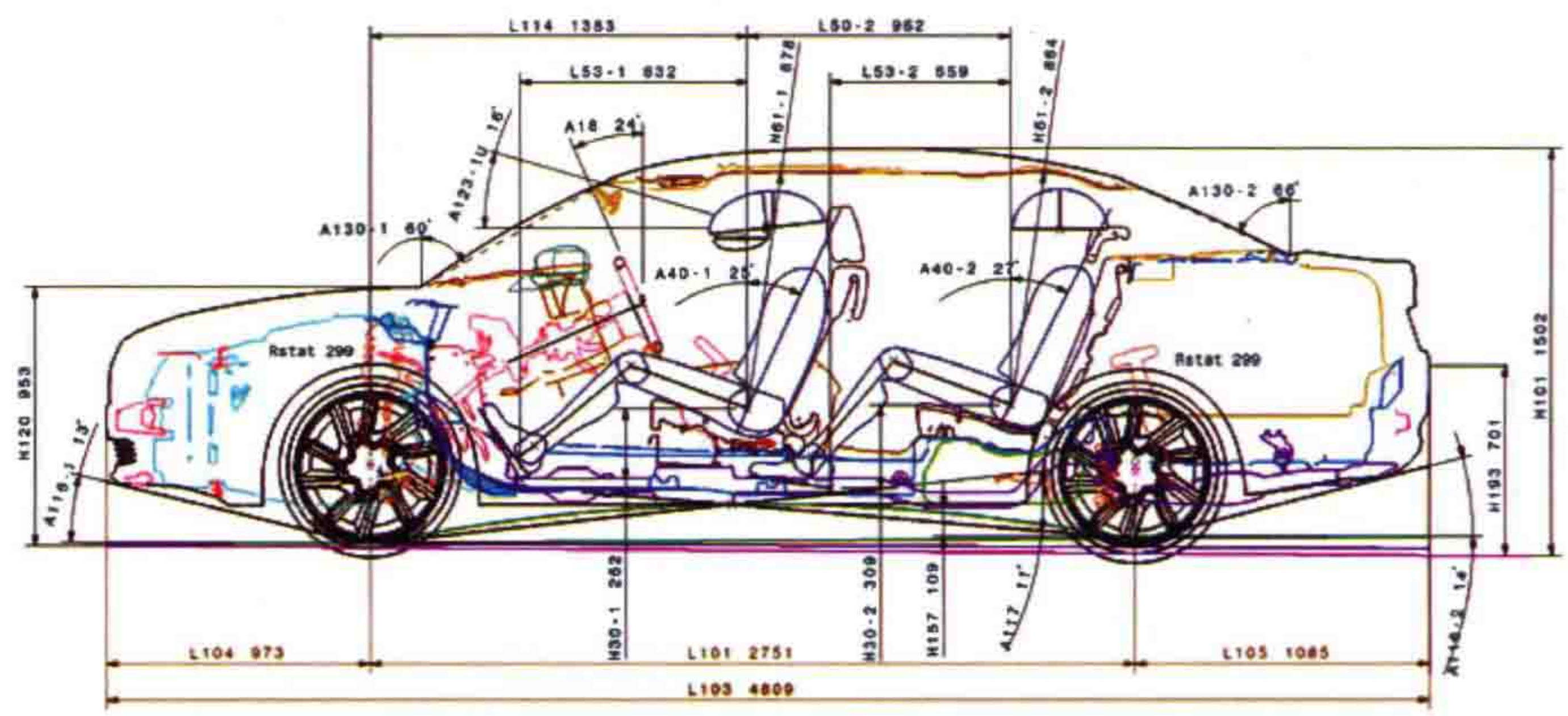


图 9-12 一辆现代汽车的整车布局，带有大约 30 个选定的人体工程学和车身尺寸



图 9-14 概念工具的原理架构



图 9-17 几何模块中展示的概念车布局

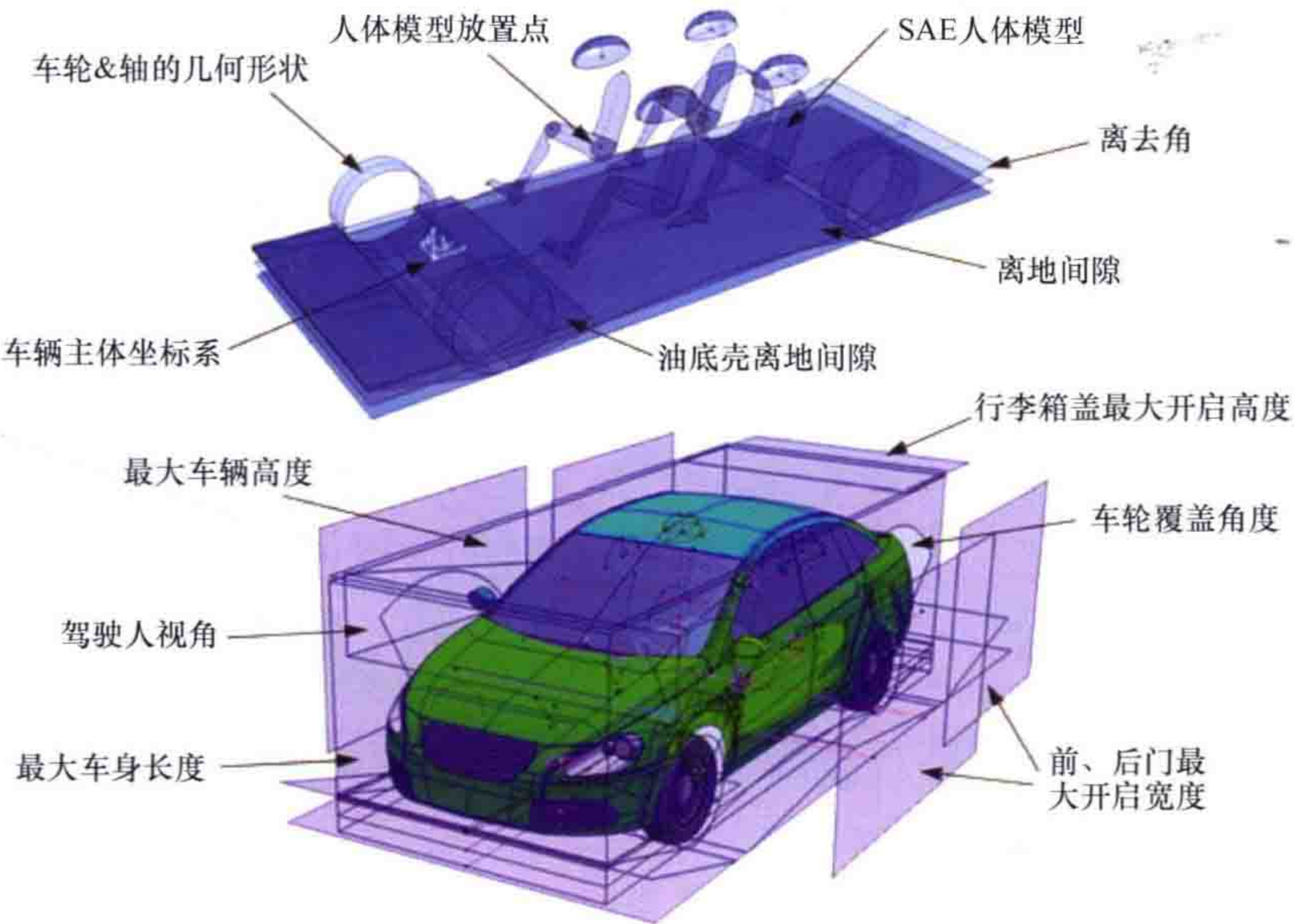


图 9-18 基础几何部分中边界表面和尺寸的选择

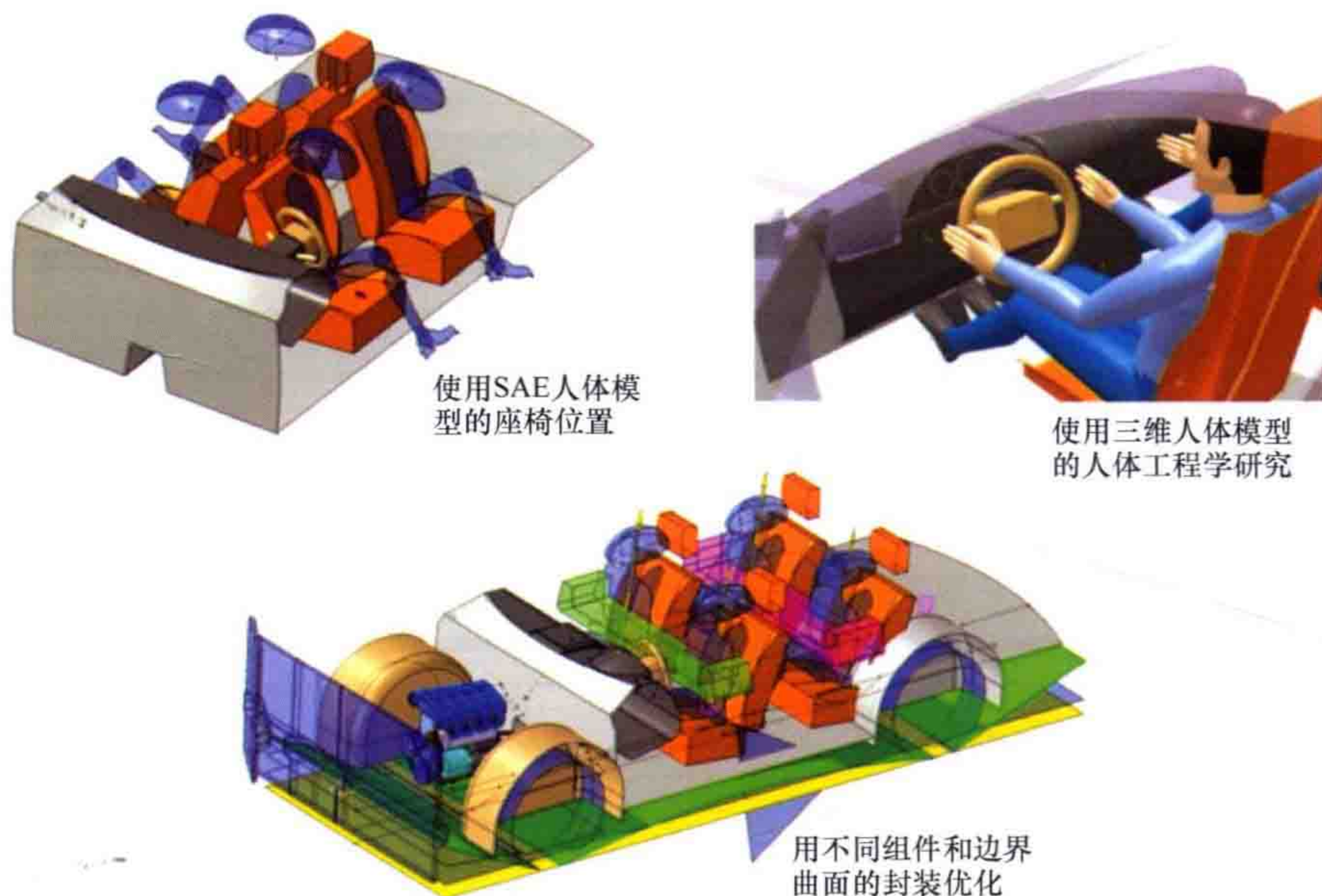


图 9-21 带应用实例的内部几何截面



图 9-22 导入几何结构的封装研究



图 9-25 生产流程中虚拟概念车的模块和功能 [20]