

PRODUCT WHITEPAPER · V1.0

云动 CPQ

配置·定价·报价

面向复杂工业设备、工业软件与服务的配置、定价与报价平台。承接 Oracle CPQ 在用能力，在中国网络与业务环境下完成快速、准确、可追溯的正式报价。

231.84 ms 压测 P95 延迟	0.00235% 请求错误率	1,005,950 报价明细行	242 CLI / MCP 操作
---	--------------------------------------	---------------------------------------	--

产品名称	云动 CPQ（Configure · Price · Quote）
文档类型	产品白皮书
版本	V1.0
编制日期	2026-09-27
首期验证产品线	CMM 三坐标测量方案
适用读者	业务负责人、产品与配置管理员、财务与价格管理员、销售运营、IT 与集成负责人

本白皮书依据项目需求文档与已实现代码整理，用于产品评审与方案评估。文中流程、阈值、价格示例与性能目标，均为设计建议或实测结果，不代表企业现行政策或已承诺的交付指标。性能数据为本机合成负载实测结果，非生产服务等级承诺；完整边界见第 12 章。

目录

项目背景与问题定义

本章要点

- 1.1 现状
- 1.2 事实、假设与待确认事项
- 1.3 三个最危险的假设
- 1.4 项目核心与成功标准

产品定位与范围边界

- 2.1 纳入范围
- 2.2 明确不做
- 2.3 六条产品决策
- 2.4 用户角色与权限边界
- 2.5 业务对象与数据归属
- 2.6 其他业务线的扩展方式

配置引擎

- 3.1 为什么工业配置不能靠"选填表单"
- 3.2 属性模型
- 3.3 菜单、数组与计算
- 3.4 五类动态规则
- 3.5 规则的表达能力
- 3.6 首期验证：CMM 288 组合
- 3.7 零件映射与多层 BOM
- 3.8 配置界面如何被定义出来

定价引擎

- 4.1 价格上下文与唯一基础价格
- 4.2 价目本与价格模型
- 4.3 折扣、优惠与尾差
- 4.4 税价
- 4.5 成本与毛利
- 4.6 多币种与报价汇率
- 4.7 协议价、框架价与渠道价
- 4.8 价格治理
- 4.9 可复算样例

报价与商务流程

- 5.1 端到端主链路
- 5.2 报价状态机
- 5.3 生命周期规则
- 5.4 三种报价场景
- 5.5 报价工作台布局
- 5.6 商务流程引擎
- 5.7 七类商务规则
- 5.8 审批

- 5.9 Ad-hoc 与例外管理
- 5.10 多产品线跨线拆单
- 5.11 资产、订阅与续费

文档与输出

- 6.1 模板设计器
- 6.2 导出形态
- 6.3 双语与受众分离
- 6.4 邮件
- 6.5 中文交付要求

AI 能力

- 7.1 九类助手
- 7.2 执行流程
- 7.3 治理边界
- 7.4 实测与诚实的边界

集成与开放

- 8.1 分工原则
- 8.2 业务交互清单
- 8.3 外部系统连接契约
- 8.4 邮件通知与回复审批
- 8.5 BML 函数库
- 8.6 CLI 与 MCP
- 8.7 报告与分析
- 8.8 真实联调状态

技术架构与部署

- 9.1 技术栈
- 9.2 进程模型与端口
- 9.3 三种部署形态
- 9.4 容器与安全基线
- 9.5 权限、加密与审计
- 9.6 多租户隔离
- 9.7 国产化与数据跨境：尚无结论

性能与质量

- 10.1 先看测量条件
- 10.2 一小时持续压测
- 10.3 分操作延迟
- 10.4 大报价（按明细行）
- 10.5 文档生成
- 10.6 全量关键词搜索
- 10.7 资源占用与稳定性
- 10.8 其他可用性证据
- 10.9 我们做了哪些优化
- 10.10 测试与质量保障
- 10.11 诚实声明

实施路径

- 11.1 关于 MVP 的定义
- 11.2 五个阶段
- 11.3 上线门禁
- 11.4 迁移：先盘点能力，再迁移数据
- 11.5 需要客户补充与签认的清单
- 11.6 运营指标

能力边界与诚实性声明

- 立场
- 12.1 数据类边界
- 12.2 外部系统边界
- 12.3 Oracle 能力对照的真相
- 12.4 平台级边界
- 12.5 十一家客户仿真包的免责
- 12.6 建议与禁止的措辞

能力数量速查表

- A.1 配置能力
- A.2 定价能力
- A.3 报价与商务流程
- A.4 文档、集成与平台
- A.5 工程与质量规模

术语表

- 关于本白皮书

CHAPTER 01

项目背景与问题定义

换平台很容易，难的是确认"到底要承接什么"。本章先把事实、假设与未知分开。

本章要点

企业现有报价能力是"够用但慢"，不是"不可用"。因此本项目的目标不是重构一套更漂亮的报价工具，而是把**已经在用的规则、价格政策和审批逻辑**完整迁移到一套在中国网络与业务环境下运行更快的独立系统上，并在这个过程中把隐含在 Excel、脚本和人脑里的例外显性化。

1.1 现状

企业目前使用 Salesforce 作为 CRM，并使用与 Salesforce 集成的 Oracle CPQ 软件包。据用户说明，现有 CPQ 功能能够满足业务需求，但使用体验慢；因 CRM 国产替代需要，CRM 将切换至 CloudCC，因此需要建设适合本企业的独立 CPQ。

这个描述包含了一个非常关键、也容易被忽略的信息：**功能不是问题，速度才是问题**。它直接决定了本项目的风险分布——真正的难点不在于"做出哪些功能"，而在于"如何确认没有漏掉任何在用功能"，以及"换平台之后速度是否真的变快"。

1.2 事实、假设与待确认事项

为避免把推断当成事实，项目对每一条输入做了分类。下表是本白皮书全篇的事实基线。

类型	内容	在本项目中的处理
用户已说明	Salesforce 将替换为 CloudCC；现有 Oracle CPQ 功能够用但慢；拟定制 CPQ	作为立项前提，不再做 CRM 选型
公开事实	企业中国区业务不止制造智能，还涉及测量、矿山、自主定位等	不将制造智能等同于整个中国区；扩展范围须逐项确认
公开事实	Oracle 有安装在 Salesforce 中的 CPQ Connector 托管包	客户描述与此模式相符，但具体包名、实例、存储与定制仍需核实
设计假设	首批销售场景以工业测量设备、软件与服务组合为主	为形成可评审方案采用， 未确认前不作为合同范围
设计假设	存在直销/渠道、特价、招投标、多种付款条件等场景	作为中国 B2B 业务候选要求，逐项确认是否启用
重大未知	实际产品线、SKU/规则数、峰值并发、旧系统性能、ERP 与主数据来源	列为启动调研和上线门禁， 不虚构客户数据

阅读提示

本白皮书中的流程、阈值、价格示例和性能目标均为设计建议或实测结果，不代表企业现行政策或已承诺的交付指标。凡涉及具体产品型号、可售配置、价格与兼容矩阵的内容，必须以业务负责人批准的主数据为准。

1.3 三个最危险的假设

下表列出的三条假设，任何一条出错都会导致项目失败，但它们都不会在需求评审会上自然暴露。因此每一条都被指定了一个明确的验证方式与完成时点。

假设	如果错了会怎样	验证方式与完成时点
已准确识别现有 Oracle CPQ 的实际功能与隐含规则	新系统"看似能报价"，却漏掉审批、续保或特殊计价；这类缺陷往往在切换后才发现	范围冻结前完成使用清单、规则盘点及关键样本金标准，由业务负责人签认
制造智能是本次中国区替换的主要范围	漏掉其他业务线，导致产品模型、数据量和工期全面失真	首轮业务访谈明确法人、事业部、产品族、用户与交易范围
主要慢点可以通过 CPQ 产品重建解决	CRM 嵌页、网络或外部依赖仍慢，换平台后体验不改善，项目失去立项理由	设计冻结前采集分段耗时：进入、选配、计算、保存、出文档、回写

第三条假设尤其容易被跳过

把"更换平台"直接等同于"问题解决"是这类项目最常见的失败方式。旧系统的慢点可能来自 CRM 嵌页渲染、浏览器到服务器的网络路径、外部主数据调用，甚至是销售在 Excel 里手工补数据的那一步。不测量，就无法归因。

1.4 项目核心与成功标准

本项目的核心可以概括为一句话：承接现有可用业务能力，把复杂产品的配置知识、价格政策和报价审批沉淀到独立 CPQ，在中国网络及业务环境下快速、准确、可追溯地完成报价。

是成功标准

范围内关键链路和金额计算全部通过；关键配置/授权/税价/审批/交单/权限问题全部关闭；性能与恢复目标达标；各责任方分别签认。

不是成功标准

重新开发 CRM；堆叠新功能；用本项目的优先级删减仍在使用的关键功能。

需要特别说明的是，本项目的差异化价值不来自"我们比 Oracle CPQ 功能更多"——没有可比较的实测与客户合同，任何功能排名都不可信。价值来自两件更朴素的事：一是把企业自己的具体规则完整承接下来，二是让这些规则跑得足够快。

CHAPTER 02

产品定位与范围边界

一个系统的成熟度，很大程度上取决于它敢不敢明确写出"我不做什么"。

2.1 纳入范围

本产品覆盖：产品目录和可售规则、需求引导、配置校验、方案多版本、价格计算、折扣与毛利控制、商务条款、报价审批、中文/双语报价输出、报价有效期与接受记录、订单交接，以及相应的权限、审计、数据迁移和系统集成。

首期覆盖所选产品族的**完整报价链路**。直销、渠道、软件续费或非标等场景，只要属于该范围中**旧系统在用的关键能力，就必须同步承接**；不能以"二期功能"为由切断既有业务。

2.2 明确不做

下表是产品主动划定的边界。每一项"不做"都保留了必要的协同能力，但不重复建设。

不建设的领域	CPQ 保留的必要协同
客户、联系人、线索、商机阶段、销售预测和渠道招募等 CRM 功能	从 CloudCC 引用客户/商机与必要资质，回写报价结果
ERP 采购、库存台账、生产排程、开票、收款、收入确认	引用成本/交期等获准数据，交接已批准报价，接收外部订单号与处理结果
全功能合同生命周期和电子签章平台	报价条款、合同/签章入口或编号引用、已签版本存档引用
PLM、CAD 设计、测量程序开发及完整工程设计	技术需求、工程评审结论、已批准附件和销售 BOM
服务工单、设备遥测和软件许可证实际发放	读取资产/权益，报价续保/升级，交接履约依据
首期 AI 自动定价、生成配置规则、3D 可视化、客户自助商城	可列入后续评估； 不得作为首期正确报价的依赖

2.3 六条产品决策

以下决策构成了本产品的设计基线。它们不是功能列表，而是在出现冲突时用来做取舍的判断依据。

- 1

先试点，再扩展

首批按"制造智能：测量设备 + 工业软件 + 服务"设计和试点；其他中国区业务线通过同一产品框架扩展，是否纳入首批由客户确认。
- 2

基线来自真实使用，不来自优先级

以现有 Oracle CPQ 的真实使用清单和报价样本作为功能承接基线；**不能用本项目的优先级删减仍在使用的关键功能。**

- 3

标准自动校验，非标进入工程评审

CPQ 输出销售配置清单，不承担机械设计或生产 BOM 编制。
- 4

对外清晰，对内完整

对外形成清晰的中文方案与商业报价，对内保留配置明细、价格计算依据、成本与审批证据。
- 5

只保留一份权威审批结果

CloudCC 提供客户、商机和入口，CPQ 管理配置、价格计算、报价版本及报价审批；审批引擎如复用企业既有系统，仍只保留一份权威审批结果。
- 6

性能必须被验证

性能必须通过中国办公网络、真实规则及报价规模验证；不能将"更换平台"直接等同于"问题已经解决"。

2.4 用户角色与权限边界

系统内只有四种角色。许多企业里由不同岗位承担的工作（维护目录、维护价目、技术评审），在本产品中是通过给角色**授权管理端菜单与产品线**实现的，而不是新增角色。

角色	代码	能力边界
运营管理员	admin	管理端全部维护功能；可见全部报价；可调整报价所有人；启用账号后也不能冒充其他审批人
销售	sales	获授权产品线内选配与新建报价；编辑自己的草稿/退回报价；克隆可见报价
审批人	approver	查看归属本人/下属/共享/指派的报价；仅处理当前绑定节点
COS	cos	查看可见范围报价；确认已批准且有效的订单并锁定

在此之上有四类细粒度授权开关，均按产品线分别配置：

产品线访问 productLines	未授权产品线的目录接口也被拒绝
折扣/商务审批 discount	按产品线分别勾选
Ad-hoc 技术审批 adhoc	按产品线分别勾选
特殊零件审批 special	按产品线分别勾选
成本与毛利查看	未授权时后端移除字段，不是前端隐藏
组织上级	可查看下属报价；共享为只读，不放宽产品线权限

常见的角色误读

"配置管理员""价格管理员""应用工程师"是企业组织层面的岗位名称，不是本系统的角色。这些岗位的成员通过被授予相应管理端菜单权限来工作；一个未被授权的账号进入管理端，界面会明确显示"此账号没有管理端权限"。

2.5 业务对象与数据归属

每个业务对象都有唯一权威来源。CPQ 保存引用、快照与自身产生的记录，但不抢走别人的主数据。

对象	关键业务内容	权威来源 / 归属建议
客户、联系人、商机	全局 ID、交易主体、商机归属、授权访问范围	CloudCC；CPQ 保存引用及报价时必要快照
用户、组织、角色	用户 ID、组织、身份状态、业务角色	企业身份/组织源待定；CPQ 维护自身业务授权映射
SKU 与技术属性	中国可售状态、规格、单位、编码映射	优先 ERP/PIM/PLM 等现有权威源；配置可售规则由 CPQ 产品负责人负责
产品规则 / 方案模板	条件、结果、例外等级、责任人、证据、生效版本	CPQ 或已确认上游规则源； 每类只确定一个维护方
价格 / 成本 / 汇率 / 税务政策	币种、适用范围、期间、口径、版本、批准记录	财务/价格权威源；CPQ 保存计算所用不可变快照
报价组 / 报价修订 / 报价行	法人、币种、方案、配置、数量、价格、税额、条款、主版本	CPQ
技术评审 / 特价 / 审批	请求、依据、结论、责任人、决定时间及版本	CPQ 业务记录；外部流程如承办则回传唯一决策凭据
文档与接受凭据	文件版本、可见范围、报价修订引用、生成与接受记录	CPQ/企业文档系统按最终方案确定，CPQ 保留可追溯引用
资产与许可权益	设备序列号、已有配置、许可/服务期限	客户已有资产、服务或许可系统； CPQ 只查询/核验，不成为发放方
订单交接记录	报价修订、交接状态、幂等业务标识、外部订单号	CPQ 记录交接， ERP/订单系统拥有正式订单

报价计算快照至少包含

目录版本、配置规则版本、价格政策及特价依据、成本版本、税务版本、报价汇率、周期算法、舍入口径、审批矩阵、模板版本和输入上下文。客户名称后续更正**不静默改写历史正式文件**；更正交易内容必须产生新修订。

2.6 其他业务线的扩展方式

测绘/实景采集、矿山、自主定位等业务可以复用报价、审批、定价和文档框架，但需要**独立的产品分类、专业参数、许可政策、渠道价格及交付条款**。首期不预置未经确认的全集团规则；若确认同时替换，则在范围冻结前将相应场景加入功能承接和验收清单，并重新评估投入。

CHAPTER 03

配置引擎

复杂性不来自 SKU 数量，而来自"哪些东西不能一起卖、哪些必须一起卖、以及为什么"。

本章回答一个问题：配置的正确性靠什么保证。云动 CPQ 把产品知识拆成两层——定义层回答"这个产品有哪些可选项"，规则层回答"这些选项之间存在什么约束"。定义随目录版本发布，规则随规则版本发布，报价创建时快照两者，此后无论如何修改 definition 与 rule，历史报价仍回到当时的语义下重算。

首期范围是 CMM 三坐标测量方案，对照客户提供的 CPQ配置示例模拟数据.xlsx：288 条测座 / 测头组合、132 条零件映射、47 行完整报价示例。本章的所有条目数量均来自实现中的类型常量与校验分支，不是宣传口径。

10	10	5	30	4	15	8
属性类型	菜单显示方式	动态规则类型	单规则最大条 件数	规则作用层级	布局节点种类	规则求值最大 轮数

3.1 为什么工业配置不能靠"选填表单"

把一台三坐标测量机做成一张带下拉框的表单并不难，难的是这张表单在没有人盯着的时候也能选对。工业配置的困难通常不在 SKU 的数量，而在于三件彼此独立、又必须同时成立的事：组合正确性、可解释性，以及每一条技术断言背后的责任人。

组合正确性包含两个方向，而漏项往往比错配更贵。错配在下单前就会被发现——客户选了触发测座却配了扫描测头，系统当场拦截。漏项则是沉默的：主机选完、型号选完、选项包选完，唯独没人勾选测针更换架，报价顺利生成、合同顺利签署，直到安装现场才发现缺件。因此引擎对"必须有"的表达能力必须与对"不能有"同等重要：五类规则里，recommendation 与 items 负责把应该出现的东西填进来，constraint 负责把不该出现的东西挡出去。

可解释性的门槛比"能算出结果"高得多。只要系统写过一个值，销售就有权追问：这个值是谁写的、依据哪一条规则、命中了哪些条件、取值来自哪个常量或哪张表的哪一行。如果不能回答，销售只好绕开系统手工改；一旦手工改成为常态，规则库就开始腐烂。云动 CPQ 把每一次规则求值都产出可追溯的 trace：命中的规则名与规则标识、条件求值明细、被跳过的动作及其原因（如"已有更高优先级推荐""当前值受约束，请先修正"），并在同一份报价快照中留存。这不是为了好看，是为了让"为什么是这个价、这个配置"这个问题在任何时点都有确定答案。

第三条常被忽略：每一个 claim 都需要一个负责人。"HH-6 系列测座只配 6.6.6""这个包能稳定达到 6.1+6L/1000""扫描测头许可必选"——这些都是关于产品能力的断言，由应用工程或产品线发布，也会因为产品换代而失效。把它们写死在界面代码里，等于让前端工程师成为这些断言的实际负责人。云动 CPQ 的做法是

把断言下沉为带版本的数据：规则有作用域、有生效与失效日期、有 `active / internal / inactive` 三态，保存即生成新版本；界面只是这些数据的渲染器（见 3.8）。

维度	表单式配置的做法	规则引擎的做法
组合正确性	依赖页面禁用逻辑与人员记忆；换一种渠道或导出场景下一套约束需重写一遍	约束由数据定义，服务端与界面同源求值； <code>allow / deny</code> 两种模式覆盖禁止与仅允许
可解释性	结果看不出来源，出问题只能复现排查	每次求值产生 <code>trace</code> ，保留规则名、条件明细、跳过原因与来源行
责任归属	藏在代码分支里，改动即发版	规则有作用域、状态、有效期、版本；报价引用版本，历史报价不被追溯修改
变更影响面	改一处可能影响多个未预期的组合	新增与失效按日期和状态控制； <code>inactive</code> 规则不进入求值， <code>internal</code> 规则仅在内部解析时可见
对照实现： <code>configuration_rules.py</code> （规则类型、条件、动作与 <code>trace</code> ）、 <code>rule_scopes.py</code> （作用域层级与版本）		

本节的判断

把配置做成选填表单，本质上不是"功能少一点"，而是把技术判断的责任从产品线转移给了每一次报价的销售人员。是否接受这种转移，应当是一个明确的治理决策，而不是界面实现的副产品。

3.2 属性模型

属性是配置的词汇表。云动 CPQ 定义 10 种属性类型，每种类型绑定各自独立的显示控件集合——类型一旦发布不可更改，控件只能在集合内替换。这样做的好处是：销售界面可以随意调整观感，但语义不会被界面调整悄悄改变。

属性类型	典型用途	绑定的显示控件
<code>text</code> 文本	项目备注、客户指定标识、需人工填写的短文本	<code>input</code> 、 <code>textarea</code>
<code>integer</code> 整数	可参与计算的数量、工位计数、席位计数	<code>input</code>
<code>decimal</code> 小数	带小数位的工程值，如公差、比例	<code>input</code>
<code>currency</code> 货币	以固定币种记录的金额类输入	<code>input</code>
<code>html</code> 富文本	说明性排版内容，受 22 个标签子集约束	<code>input</code>
<code>boolean</code> 布尔	开关型技术条件，如是否需要某项配套	<code>input</code> 、 <code>checkbox</code> 、 <code>switch</code> 、 <code>radioHorizontal</code> 、 <code>radioVertical</code>
<code>date</code> 日期	交付窗口、期望到场日期、生效日期	<code>input</code>

出处：`product_definition.py:10` `TYPES` 与 `DISPLAYS`。类型属于不可变字段（`IMMUTABLE`），发布后只能新增属性，不能就地改类型

属性类型	典型用途	绑定的显示控件
<code>enum</code> 单选菜单	互斥的技术选项，如主机、型号、选项包、测座	<code>input</code> 、 <code>radioHorizontal</code> 、 <code>radioVertical</code> 、 <code>imageCards</code> 、 <code>filmHorizontal</code> 、 <code>filmVertical</code> 、 <code>imageSelect</code>
<code>multiEnum</code> 多选菜单	可叠加的配套选项，如同时安装的多类测头文件	<code>input</code> 、 <code>checkboxHorizontal</code> 、 <code>checkboxVertical</code> 、 <code>chips</code> 、 <code>imageCards</code> 、 <code>filmHorizontal</code> 、 <code>filmVertical</code> 、 <code>imageSelect</code>
<code>picklist</code> 取值列表	选项由独立的取值列表定义提供，便于集中维护	<code>input</code> 、 <code>imageCards</code> 、 <code>imageSelect</code>

出处： `product_definition.py:10` `TYPES` 与 `DISPLAYS`。类型属于不可变字段（`IMMUTABLE`），发布后只能新增属性，不能就地改类型

属性名与 `key` 还受到一组保留字约束：`id`、`values`、`cost`、`margin`、`marginPercent`、`totalCost`、`transferPrice` 等不得作为变量名——成本与毛利字段由服务端生成并受权限控制，不允许被同名属性覆盖。变量名需以英文字母开头，仅含字母、数字与下划线，最长 64 字符。

3.3 菜单、数组与计算

3.3.1 菜单属性的十种显示方式

菜单属性（`enum` / `multiEnum`）是最常用的配置入口，引擎提供 10 种显示方式。显示方式只影响呈现，不影响语义；同一份菜单在手机上可以退化成下拉输入，在专家模式里可以是图片胶片。

显示方式	呈现形态	典型适用场景
<code>input</code>	下拉输入	选项多、需要搜索；窄屏兜底形态
<code>radioHorizontal</code>	横向单选按钮	2~4 个短标签的技术选项
<code>radioVertical</code>	纵向单选按钮	选项名称较长、需要补充说明
<code>checkboxHorizontal</code>	横向多选	少量可叠加的开关型选项
<code>checkboxVertical</code>	纵向多选	多选且每项需要注释
<code>chips</code>	标签式多选	选项数量中等、需要一眼看全已选项
<code>imageCards</code>	图片卡片	需要图形辨识的硬件形态，如测座类型
<code>filmHorizontal</code>	横向图片胶片	横向浏览多个外观差异
<code>filmVertical</code>	纵向图片胶片	侧栏导读式浏览
<code>imageSelect</code>	图片单选	单选且强调图形辨识

出处： `menu_attributes.py:7`。图片类显示方式（`imageCards`、`filmHorizontal`、`filmVertical`、`imageSelect`）不支持删除线（`strike`）式的约束显示

菜单的选项值支持数值型：`menuDataType` 可取 `text` / `integer` / `decimal`，即同一个“型号”菜单的底层值可以是 6.6.6 这样的数字而非字符串，从而直接参与条件比较与价格计算。选项数量限制为 1~200 个，多选须满足 $0 \leq \text{最少项数} \leq \text{最多项数} \leq 200$ 。

3.3.2 数组属性与数组集

行数不确定的配置内容（多个测针组、多个软件席位、多条服务行）由数组集（**Array Set**）承载。数组集里的每一行拥有自己的一组属性值，行级引用前缀为 `row:`，与顶层属性的 `attr:` 前缀并列出现在规则目标中。布

局支持横向、纵向与页签等排列方式；已存在的行成员可以重新关联到其它行或拆并，而不破坏已生成的报价行引用。

3.3.3 属性计算器

当某个属性的取值需要依据一组临时输入推导（例如依据工件包络推导所需的测针长度），使用属性计算器。计算器是一个受限表达式：只允许算术、比较、条件、列表与 7 个白名单函数，不允许任何属性访问、循环或外部调用。

函数	语义	参数约束
min	取最小值	1~50 个数值
max	取最大值	1~50 个数值
abs	绝对值	1 个数值
round	四舍五入	1~2 个参数；小数位数须为 0~6 的整数
ceil	向上取整	1 个数值
floor	向下取整	1 个数值
len	取长度	列表或字符串

出处：calculators.py:9 FUNCTIONS

表达式规模上限	AST 节点 ≤ 150
嵌套深度上限	20 层
数值结果范围	v ≤ 1e12 且须有限
字符串 / 列表结果上限	5,000
单个属性的问卷数量	1~20 套
每份问卷题目数量	1~30 题
题目变量约束	不可与函数名重复

计算器支持多套问卷并存，每套问卷带 showToBuyer 开关：草稿阶段可在预览中调用，发布后才对销售可见。计算结果经目标属性的类型校验后回填到配置。题目一旦发布，其 key 与 type 不可改变，需要变更时只能新增题目——这是为了保证历史的计算输入结构仍可被复算。出错时（除零、空值、类型不匹配、结果超范围）计算器只返回错误提示，不写入任何属性值，不影响当前配置。

3.3.4 菜单关联数量与菜单 AVP 价格

菜单关联数量让一个选项自带数量维度：启用 includeLinkedQuantity 后，引擎为每个选项（单选则为菜单整体）生成一个整数数量属性，取值范围 $0 \leq \min \leq \max \leq 100000$ ，变量名稳定可控。这正是 CMM 样例中"零件数量 x1 / x2 / x4"的来源——倍率写在映射上，数量属性负责承载。

菜单 AVP（Attribute Value Price）把选项价格变成可追溯的商业价格成分：

适用属性类型	enum / multiEnum
开关	enabled、includeInTotal、showAtBottom、discountable
显示方式	none / price（显示价格） / delta（显示差额）

选项税率	默认 13%，可修改（测试参数）
每选项币种价目	最多 50 种
未配置当前币种时	回落 CNY 基准价并按报价汇率换算
缺 CNY 基准或缺失汇率	显式报错，不静默按零价处理

边界

选项价格的显示方式由显示层面的开关决定（是否计入总额、是否置底显示、是否参与折扣），它是一条独立于行级价目规则的价格来源。**需要注意：它不是整机价格的替代品。**同一份报价里，哪些钱来自硬件本体、哪些来自选配包、哪些来自菜单选项价格，需要按来源分别追踪。

3.4 五类动态规则

五类规则的差别不在于写法，而在于它们对配置结果的**控制强度**：约束决定"什么不能选"，隐藏决定"什么不必看"，推荐决定"默认是什么"，消息决定"看到什么解释"，推荐项目决定"自动带出哪些零件与钱"。下面这张表是本节的索引，实现的编码依据 一列给出了每一条的判定出处，便于交叉核对。

规则类型	语义	关键行为	实现的编码依据
constraint 约束	限定属性可返回的值集合	allow 仅允许返回值 / deny 禁止返回值；可约束 8 类属性；约束值来源 constant / attribute / column / function；约束显示 " / disabled / removed / normal / strike	configuration_constraints.py：TYPES、DISPLAYS、mode 双值校验
hiding 隐藏	从当前界面移除目标	目标可为 attr： / row： / action：；启用规则不能指向已停用属性	configuration_rules.py:146-151：目标前缀白名单
recommendation 推荐 / 默认	为目标赋值	三种赋值强度 set / force / recommend（另有字段默认 none）；set 且 autoLock 时目标自动锁定；不能对只读定义赋值	recommendation_runtime.py：STRENGTH
message 消息	提示或条件解释	severity 取 info / error；error 作为主动错误进入错误列表并阻断	configuration_rules.py:141
items 推荐项目	加载推荐零件 / 产品	展开 SKU、数量、备注、价格、币种映射；mandatory 标记必选；单规则展开上限 2,000 项	recommended_items.py、configuration_rules.py:232-238
出处：configuration_rules.py:20 KINDS = ('recommendation', 'constraint', 'hiding', 'message', 'items')。目录内规则总数上限 1,000 条			

3.4.1 约束（constraint）

约束回答"这个值能不能站得住"。两种模式互斥：allow 表示**仅允许**返回的取值，deny 表示**禁止**返回的取值。可约束的属性类型为 8 类：enum / multiEnum / text / integer / decimal / currency / boolean / date；html 与动态单选菜单属性不可约束。比较符按类型限制：单选与多选只能用 in；布尔与文本可用 eq / neq / in；数值与日期额外支持 gt / gte / lt / lte。单个约束最多 200 个值，取值来源可以是常量、另一个属性、查表列或受控函数。

约束既是一把锁，也是一段解释。求值结果返回 `valid` 与否、当前值、约束值集合、操作符、模式与 `message`；`valid` 为假时，消息随错误列表一起呈现给销售。界面可以按 `display` 把不满足约束的选项置灰、隐藏或加删除线——**拦截与解释是同一次求值产出的，不需要两套逻辑保持一致。**

3.4.2 隐藏 (hiding)

隐藏的目标范围比其余四类更宽，除 `attr:` / `row:` 之外还可指向 `action:`（配置操作按钮）。这让"某条件下才出现某个操作入口"成为可配置数据，而不是界面分支。隐藏是一条相对克制的规则：它不改变取值语义，只决定当次是否被呈现；也因此它是 CMM 样例里控制"测针与附件""软件""服务与运输"各页签内细项的主要手段。

3.4.3 推荐与默认 (recommendation)

推荐是"默认值"在工业场景里的正式形态。三种赋值强度构成一个偏序：`none` → `recommend` → `set` → `force`。`recommend` 只作为建议呈现，不写入；`set` 写入取值，并在 `autoLock` 为真时把该属性转为自动锁定（报价行随之锁定）；`force` 为最强，覆盖同级写入且不可被交替的诊断级改写。当属性定义与布局都未指定强度时，运行时的 `none` 会被提升为 `recommend`，即至少表现为一条可见的建议。

多条规则同时命中同一目标时，取最强强度；同强度并存时，按**作用域级别 → 输入条件数 → 规则顺序 → 规则标识**排序确定唯一写入者，被压过的一方在 `trace` 中标注"已有更高优先级推荐"。只读定义不接受规则赋值——只读意味着"固定取默认值"，需要规则写入时必须先取消定义的只读开关。

3.4.4 消息 (message)

消息规则把"为什么"显现出来。它不改变取值，只渲染文本，可引用当前属性、数组行与查表列。`severity` 取 `info` 时为提示；取 `error` 时成为主动错误，与约束失败一起进入同一份错误列表并阻断后续提交。这一设计使得"允许但必须知情"与"不允许"可以共用同一套条件表达式。

3.4.5 推荐项目与零件加载 (items)

`items` 规则负责把应该出现在报价里的零件自动带出来。每个动作可映射 `SKU / productId`、数量、备注、价格四项，映射来源为 `constant / attribute / column`，价格额外支持 `base`（取价目基价）；价格币种为三位大写代码；`mandatory` 标记该项是否必选。动作实现有两种方式：`mapping`（按列 / 常量映射）与 `function`（受控函数调用）。展开结果会带上 `identifier` 与 `returnIndex`，写入 `trace` 以便回溯"这一行零件是哪条规则在第几行查表时展开的"。单规则展开上限 2,000 项。**属性关联零件会自动生成锁定的报价行，避免销售误删。**

3.5 规则的表达能力

3.5.1 条件与操作符

操作符	含义	取值要求与说明
<code>eq</code>	等于	类型须一致；数值与数值可跨 <code>int/float</code> 比较
<code>neq</code>	不等于	<code>eq</code> 的取反
<code>gt / gte</code>	大于 / 大于等于	布尔不参与排序比较

出处： `configuration_rules.py:19` OPS。除 `eq / neq / empty / notEmpty / in` 之外，实际值为 `None` 时一律判定为假，不会产生"未知即为真"的静默通过

操作符	含义	取值要求与说明
lt / lte	小于 / 小于等于	布尔不参与排序比较
contains	包含	用于多选值列表或文本子串
empty	为空	不需要比较值；None、空串、空列表均视为空
notEmpty	不为空	不需要比较值
in	属于集合	条件值须为数组；引用属性时须引用多选属性

出处：configuration_rules.py:19 OPS。除 eq / neq / empty / notEmpty / in 之外，实际值为 None 时一律判定为假，不会产生"未知即为真"的静默通过

3.5.2 条件数量、分组与动作

单规则最大条件数	30
条件分组	支持 AND / OR 嵌套表达式
条件值来源	constant / attribute
单规则动作数量	1~30（配置批量推荐映射时可为 0）
目录内规则总数上限	1,000
批量推荐与固定动作	不可同时配置

3.5.3 查表

当约束或推荐的取值组合多到不适合写成条件分支时，使用查表（Lookup Table）。每个目录最多 100 个数据集，每个数据集 1~50 列、最多 5,000 行，列类型限定为 text / integer / decimal / boolean / date。_parts 是只读系统表，不允许作为用户表上传。规则通过 tableId 引用表，用 filters + filterExpression 定位行，匹配策略为 unique / first / all。表的每一列可在条件、动作与消息中以 column: 前缀引用。

3.5.4 批量查表推荐

批量推荐（Bulk Table Lookup）让一张表直接驱动多条赋值：表的目标列指定属性变量（attr: / row:，可省略前缀由引擎唯一匹配），值列给出取值，Set Type 列给出赋值强度。Set Type 的合法取值为 None / Set / Forced Set，分别映射到内部语义 recommend / set / force。批量推荐不能指向只读属性、签名属性或已停用属性；目标列必须是文本列。

3.5.5 作用域、状态与版本

规则有 4 级作用域：global/all → family → line → model。下级作用域的同名变量覆盖上级；求值顺序为作用域级别从高到低（model 优先于 global），同级按 order 再按 id 排序。层级规则必须配置稳定的变量名 key，不得依赖自增 id——否则下层模型一旦重排，覆盖关系就会错位。

状态	active / internal / inactive
生效与失效日期	startDate / endDate，须为 YYYY-MM-DD 且起不晚于止
internal 规则	仅内部解析可见，不向常规销售求值开放
inactive 规则	完全不进入求值
只读定义	使用固定默认值，不接受推荐规则赋值

保存行为	保存即生成新版本（ <code>ruleVersion</code> 自增）
历史报价	保留旧版本快照，按原规则语义重算

为什么强调版本

规则在工业场景里是有寿命的。一条"HH-6 只配 6.6.6"今天成立，明年产品换代就可能失效。若修改直接作用于所有报价，三个月前签下的合同在新的规则下重算就可能变成一份非法配置。报价快照锁定 `catalogVersion` 与 `ruleVersion`，把"当时是怎么判的"固化下来。

3.6 首期验证：CMM 288 组合

首期验证没有选用合成的抽象模型，而是直接装载客户提供的 `CPQ配置示例模拟数据.xlsx`，逐组合比对引擎输出与原表。这不是一份精心整理过的演示数据集，它携带了原表的所有不一致——包括 12 个组合的映射缺失。

项	装载结果
产品线 / 主机	CMM / CMM-A
型号	6.6.6 / 8.8.8
选项包	Touch / Scan
测座 / 测头	HH-1-T...HH-6-T、HH-1-S...HH-6-S、PP-1-T...PP-6-T、PP-1-S...PP-6-S（8.8.8 下为 HH/PP-1...5 与 -8）
组合总数	288（CMM-A/6.6.6 = 144，CMM-A/8.8.8 = 144）
每条组合携带	精度指标（如 6.1+6L/1000）与 PDF 数据页名（如 CMM-A6.6.6TouchHH-1-TPP-1-T）
配置条件	4
零件映射记录	132
完整报价示例	47 行
审批路径	12 条
出处：content-facts §5.1 / §5.2，原始附件 <code>CPQ配置示例模拟数据.xlsx</code>	

3.6.1 原表 8 条业务规则的编码

#	原表业务规则（摘要）	编码后的承载方式
1	红色为默认选项且全部单选	<code>recommendation</code> + 菜单单选基数约束
2	Touch 只能选触发测座 / 测头	<code>constraint</code> (allow)
3	Scan 可同时选扫描与触发测座	<code>constraint</code> (allow, 取值集合合并)
4	触发测座只配触发测头	<code>constraint</code> (allow)
5	扫描测座可配两类测头	<code>constraint</code> (allow, 取值集合合并)
6	HH-6-* 只配 6.6.6	<code>constraint</code> (跨型号条件)
7	HH-8-* 只配 8.8.8	<code>constraint</code> (跨型号条件)
8	更换架只与测头有关	<code>constraint</code> (目标的前置依赖仅为测头)

3.6.2 求值顺序与零件映射



字段求值顺序固定，规则求值最多迭代 **8 轮**：把条件依赖按上述顺序分解为有限轮的计算，既避免"规则互相等待"的不确定局面，也让"改了测座以后测头需要重新收敛"这类链式反应有明确的上限。**132 条零件映射**决定了组合展开后的物料行，其中三条规则必须被正确处理：

- **同一键多行合法**：同一组合键允许多行映射，数量累加；不允许为了"干净"而错误去重，否则会丢件。
- **数量倍率**：规则要求 F 列零件号数量 **×2**、G 列 **×4**，倍率写在映射上而不是写死在界面里。
- **缺失必须可见**：见下方边界。

边界：12 个组合缺失 BOM 映射

6.6.6 与 8.8.8 下 Scan + HH-5-T 各 6 个组合，合计 **12 个**：原表允许这样的选型，但映射表中没有对应记录。系统对这 12 个组合显式提示缺失，并阻止报价。

处理方式必须明确：既不借用 Touch 编码凑出一行，也不臆造零件号。**缺失就是缺失**——它应当回到产品线去补映射，而不是在报价环节被抹平。

3.7 零件映射与多层 BOM

3.7.1 五类 BOM 集合与 10 种单位

集合	职责
bomItems	零件主数据：零件号、名称、单位、是否销售可见与是否制造项
bomMappings	零件映射：父子关系、数量、条件、数组作用域
bomAttributeDefinitions	BOM 属性定义：挂在物料节点上的扩展字段
bomAttributeMappings	BOM 属性映射：属性取值随组合变化的规则
bomTranslations	多语言翻译：中英文交付文件共用同一棵物料树

出处： bom_definition.py:5 COLLECTIONS。每个集合上限 2,000 行

单位	含义	单位	含义
EA	件	H	小时
SET	套	DAY	天
M	米	MONTH	月
MM	毫米	YEAR	年
KG	千克	LICENSE	许可

3.7.2 多层 BOM、实例路径与数量继承

BOM 树可以多层嵌套：每个节点带 `path` 与 `parentPath`，构成可唯一定位的**实例路径 `bomPath`**。子件数量 = 父件单位数量 × 映射数量的逐级乘积，`unitQuantity` 与 `quantity` 分别记录单位层级与扩展后的总量。节点上还带有 `sales`（是否销售可见）、`manufacturing`（是否制造项）、`charge`（是否单独计价）、`pricing`（价格来源为自身还是子件汇总）等标志——同一棵物料树可以同时服务于客户文档与内部交付，不必维护两份清单。多配置实例共存时，路径以 `/ {configurationId}` 前缀区分。

属性关联零件自动生成锁定的报价行：当一个属性值通过 `associatedSku` 或推荐动作关联到具体零件时，生成的报价行默认为锁定状态，不能作为可选项被随意删除，从而保证"选了这个选项就一定带出这个件"这一承诺在报价阶段不会失效。

3.7.3 47 行完整报价示例

CPQ配置示例模拟数据.xlsx 中的"完整清单示例"共 **47 行**，是校验 BOM 与数量继承是否与附件一致的金标准样本。数量分布如下：

数量	行数	小计	说明
×1	43	43	主机及绝大多数标准项
×2	2	4	成对配置的件
×8	1	8	按组配置
×32	1	32	大批量备件 / 附件
合计	47	87	行数为 47，数量合计 87

示例中还包含两类需要被精确保留的商业信息：一是**"不允许打折"行**（如 `B414-0200-1` 外设选项），它们必须被排除在让利基数之外（见 4.3）；二是**依赖备注**——"受到主机限制""受到测座限制""跟随测头变化"——这些文字是配置规则的原始注释形式，导入后要么被还原为正式约束，要么以行备注形式保留在交付文件中。

边界

只有测座存在动态零件映射。主机、测头、软件、服务等继承"完整清单示例"的固定项，这些固定项可以按需调整或取消。

因此，不能把这 47 行固定清单宣称为所有配置的真实完整 BOM。它是附件给出的一个代表性组合的物料清单，而非任何型号的标准配置。

3.8 配置界面如何被定义出来

产品线会持续增加：如果每加一个产品线就要改一次前端代码，那么 CPQ 就退化成一个需求排队系统。云动 CPQ 把界面的结构、元素与流程都做成随目录发布的数据，前端只做渲染。

3.8.1 配置布局编辑器

节点	用途	层级约束
<code>view</code>	一个配置视图（页签）	根节点，仅容纳 <code>grid</code>
出处： <code>configuration_layouts.py:9</code> <code>KINDS</code> 与 <code>CHILDREN</code>		

节点	用途	层级约束
grid	整体栅格容器	view 之下，容纳 row
row	行	grid 之下，容纳 column
column	列，支持跨列合并与呈现设置	row 之下
attribute	单个属性字段	column 之下
array	数组集容器	column 之下
section	引用既有配置区块	column 之下
action	配置操作按钮	column 之下
bom	BOM 树展示	column 之下
spacer	留白与分隔	column 之下
text	说明性文本	column 之下
metadata	产品元信息字段	column 之下
image	图片	column 之下
component	独立元素组件	column 之下
customUI	自定义界面片段	column 之下

出处：configuration_layouts.py:9 KINDS 与 CHILDREN

除布局节点外还有 **9 个独立元素组件**，用于把已经存在于目录配置中的内容直接摆放到页面上：主机名称、方案名称、主机图片、方案标题、方案说明、配置说明、CMM 选项组、产品列表、Ad-hoc 入口。它们与产品线相关，但不需要重新实现。

编辑器提供设计画布 + 结构树双视图，支持嵌套网格与行列、列合并、字段呈现（标签宽度、显示方式）、撤销重做，以及**真实草稿运行**——用当前草稿布局直接打开可交互的配置会话，所见即所得，而不是靠截图确认。

3.8.2 条件化配置流程与操作按钮

当一个产品线需要按条件走不同的页签顺序时，使用条件化配置流程：单个型号的流程上限 **200 条**，每条流程 1~30 个步骤，步骤本身带条件。CMM 样例的固定页签顺序为：



配置操作（Action） 是一次性触发的推荐规则按钮：销售点击后，引擎按推荐规则的语义求值并写入。它同时是隐藏规则的可指向目标（`action:`），因此可以做到“满足条件时才出现这个按钮”。以操作为条件的规则，其条件固定为“等于常量 `true`”。

3.8.3 界面定制与多端预览

界面定制覆盖布局、标签页、图片与抽屉四类对象，图片取自**本机图片库**（上传后内容寻址存储，不使用外链）。编辑器提供桌面 / 平板 / 手机三种真实预览；**发布之后，销售端与管理端渲染的是同一份布局数据**，不存在“维护端一套、销售端另一套”的分叉。

3.8.4 自定义 HTML / CSS / JS 的边界

确有产品需要一段定制界面。云动 CPQ 允许在布局中嵌入自定义 HTML、CSS 与 JavaScript，但它在**浏览器沙箱中执行**，服务端事先做静态校验。

边界：自定义界面的静态禁用清单

服务端拒绝以下标签：script、iframe、frame、frameset、object、embed、base、meta、link、form、style；拒绝所有 on* 事件属性，以及 srcdoc / action / formaction / srcset / ping / target 属性。

资源引用仅允许 data:image/... 图片数据 URL 或页内锚点，src / href 等不得指向外部地址。HTML / CSS / JavaScript 各不超过 50,000 字符，容器高度限制 80~1,200，读写属性授权不超过 200 项，且不能授权写入只读属性。

3.8.5 签名传入属性

少数定价或资格参数不允许由界面自由输入（例如外部系统核定的折扣码、已审批的特殊费率）。这类属性标记为 verification = signed，取值只能通过数字签名报文传入并由服务端验证：

算法	RSA 2048–4096 / PKCS#1 v1.5 / SHA-256
私钥归属	仅保留在调用方；系统拒绝上传含 PRIVATE KEY 的 PEM
可选类型	text / integer / decimal / currency / date / boolean
显示控件	必须为 input
属性限制	不得设置数组、默认值或任意配置运行时动作
证书数量上限	100
布署环境绑定	audience / subject / modelId / catalogVersion / buyerId
有效期限定	expiryTime ≤ 24 小时

签名报文中 audience 与布署标识不符、subject 与当前账号不符或不在证书授权账号列表内、modelId 与当前型号不符、catalogVersion 与当前目录版本不符、buyerId 与当前报价不符，一律校验失败。**签名因此不能跨账号或跨买方复用**。已发布的 认证证书 变量名不可删除或改名，只能停用或替换公钥。

3.8.6 多配置实例与重配

一份商业交易可以包含多个互相独立的配置实例（例如同一个合同里两套不同型号的量仪）。每个实例对 **22 个字段** 逐实例快照：configuration、modelId、modelName、approvalProduct、accuracy、configuredAccuracy、datasheet、catalogVersion、dataVersion、ruleVersion、basis、catalogConstraints、configurationInput、definitionSnapshot、configurationSummary、bomSnapshot、pricingSnapshot、priceBookVersion、exchangeRates、exchangeSnapshot、documentClauses、documentAttachments。报价行按 configurationId 归属；BOM 树在每个实例根路径下合并，行按实例顺序排列。

重配 (Reconfigure) 解决的是"改了配置以后这份报价怎么办"。它只**更新与来源相关的部分**：把当前的属性值、数组值、锁、BOM 选择、推荐选择与手工选品行回填为一次新的配置请求，重新选型的结果替换关联来源的行；不属于任何关联来源的行（手工 Ad-hoc 行除外）不会被重复生成，也不会因为一次重配而凭空多出品项。

本章小结

配置引擎的全部价值可以压缩成一句话：**让正确的组合变得容易，让错误的组合变得困难，并且让每一次自动动作都能被追问到依据**。至于价是怎么算出来的，是下一章的事。

CHAPTER 04

定价引擎

一次报价的价格不是"算出来的"，而是"被政策决定的"。引擎的职责是把这个决定过程完整记录下来。

本章回答一个问题：一个金额凭什么是这个数。定价引擎不追求"快速给出数字"，它追求同一份报价在任何时点、由任何人重新计算，得到完全一致的结果，并且每一步都能指出是哪一条政策、哪一个版本、哪一次 Ndzi Maria 命中在起作用。

本章包含一个可复算样例（4.9）。该样例来自产品需求文档的验收用例，仅用于产品验收，不是海克斯康真实价格、成本、折扣或税务结论。

3 × 3 × 4 收费类型 × 计价方式 × 单价来源	4 价格公式变量	6 矩阵条件列上限	1~10,000 单张汇率表行数	10 推荐的计算步骤
---	--------------------	---------------------	----------------------------	----------------------

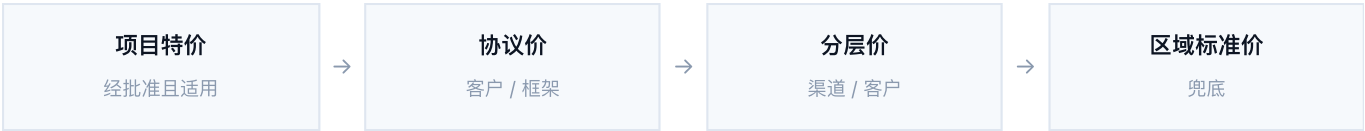
4.1 价格上下文与唯一基础价格

绝大多数价格争议不是算法争议，而是上下文缺失的争议：同一件商品，卖给不同法人、不同客户层级、不同日期、不同币种，答案本就不同。因此引擎要求每一次计算都必须绑定一组完整的上下文。

销售法人	必选
客户 / 渠道	必选
终端客户	如适用
币种	必选
价格生效日期	必选
产品族	必选
数量	必选
许可 / 服务周期	如适用
交易类型	必选

一个正式报价原则上对应一个销售法人和一个报价币种。跨法人项目按报价组展示，在后台拆分为各法人的独立审批、独立文件与独立交单记录——对外仍是一份方案书，对内是若干笔责任清晰的交易。把跨法人项目硬压进一张报价单，最常见的后果是审批权责与开票主体错位。

在上下文之内，引擎必须选出**唯一的基础价格**。建议的默认选择顺序为：



这一顺序是**建议默认值**，实际顺序以**现有政策盘点为准**，属于上线前必须由各法人确认的配置项，不是系统固化的商业规则。更重要的是下一条刚性原则：

刚性原则：冲突必须暴露

同一层级命中多个规则且结论冲突时，必须阻断并交由价格管理员处理，不允许静默取最低价或最高价。

"自动取最优"在演示里显得聪明，在治理上等于把定价权悄悄交给了排序算法的偶然性。系统要做的不是替业务做选择，而是把这个冲突连同命中条件一起呈现出来。

4.2 价目本与价格模型

价格模型由三个维度交叉定义：**收费类型**（这笔钱是什么性质的）、**计价方式**（按什么算）与**单价来源**（单价从哪来）。

维度	取值	含义
收费类型	oneTime	一次性收费，如设备本体、安装
	recurring	周期性收费，如软件订阅、维保
	usage	按用量收费，如超出基准印量
计价方式	flat	单价 × 数量
	volume	整体阶梯：总量落到哪档，全部数量按该档价
	tiered	分段阶梯：各段数量分别按各自档价累计
单价来源	fixed	固定单价
	base	取商品基价
	formula	由公式计算
	matrix	由矩阵查表得到（仅允许 flat 方式）

出处：pricing_definition.py:152-153。阶梯支持 1~50 段，最后一段上限留空覆盖剩余数量，其余档上限须严格递增

4.2.1 价目本参数

优先级 priority	默认 10
币种	须已配置汇率
有效期	startDate / endDate
产品线 / 地区	支持通配 *
严格模式 strict	缺价时的处理策略
倍率 multiplier	0~10,000
目录内价目本上限	30 本 / 100,000 条

4.2.2 价格公式

公式是一条受限的算术表达式，只允许白名单运算与 **4 个变量**：`base`（基价）、`quantity`（数量）、`periods`（周期数）、`usage`（用量）。AST 节点上限 **80**，结果须落在 `0 ~ 1e12`。周期单位可为 `month / year / day`。

4.2.3 矩阵定价

条件列	1~6 个
条件列类型	<code>text / integer / decimal / boolean / date / enum</code>
列操作符	<code>eq</code> （等于） / <code>range</code> （数值区间）
区间取值	左闭右开 <code>[lower, upper)</code>
矩阵行数	1~500
行优先级	默认 10
未命中策略	<code>error</code> （报错） / <code>fallback</code> （兜底值）
同级重叠行	禁止（现值报错并指出重叠的行标识）
四舍五入	区间判定不做四舍五入

4.2.4 聚合

收费项可按 `line`（逐行独立计算）或 `configuration`（跨行合并后统一计价）聚合。采用 `configuration` 级聚合时，系统先识别**兼容行分组**——分组键由报价所属配置、SKU、单位、是否可折扣、税率、模型、收费项、价格上下文值、已签名参数、配置选择、各版本号与价格来源等共同计算——再把分组总量按数量分摊回各行。分摊以分为单位采用**最大余数法**，并以固定行 ID 打破并列，保证分摊合计精确等于分组金额，且反复计算稳定一致。

4.2.5 命中、互斥与未执行的去向

"谁的价格生效"必须有确定的答案。模型集合的执行方式在**首个匹配（first）**与**全部匹配（all）**之间配置；每个模型带优先级（默认 10）、效果类型（`replace` 覆盖 / `add` 追加 / `markup` 加成 / `discount` 折扣）与可选的**互斥组 `exclusiveGroup`**——同一互斥组内只执行一个模型。

关键在于：**没有执行的模型也会在 `pricingTrace` 里留下记录与原因**——"条件或适用范围不匹配"前序模型已停止后续执行""首个匹配模式已采用前序模型""同一互斥组已有模型执行""已有基础收费，跳过重复基础模型"。也就是说，价格管理员看到的不是"最终命中了谁"，而是**"每一个候选为什么被淘汰"**。这正是 4.1 那条刚性原则在工程上的落点：冲突可以被观察，因此无需靠"静默取最优"来掩盖。

4.3 折扣、优惠与尾差

折扣是定价中最容易失控的部分：它既有商业上的合理性，又有审计上的风险，还经常被表达得含糊。引擎对折扣的处理只有三条原则——**明确基数、明确上限、明确尾差去向**。

4.3.1 两种定价方式

方式	输入	语义	适用场景
<code>discount</code> 比例减免	减免比例 %	按行的可让利基数做比例减免	常规按折扣率管理的报价
<code>contract</code> 合同总价反算	未税合同总价 + 币种	由未税总价反推各行分摊	客户已锁定预算总额

两种方式共用同一套 base 计算： $base = 数量 \times LP - \max(0, \text{不可折扣收费额})$ （不可折扣行直接按 0 计），得到的可让利基数才是减法发生的地方

合同总价反算方式有一条硬性边界：目标未税合同价必须落在"不可折扣金额 ~ 不可折扣金额 + 可让利基数"这一区间内。低于下限意味着要求连禁止折扣的部分一起让掉；高于上限意味着本次其实没有优惠。两种情况都直接报错，并明确指出当前的禁止折扣金额与可让利基数。在这里让报价失败，是为了不让一份表面成立的报价带着无法执行的商务条款进入审批环节。

4.3.2 让利基数：只有可折扣项参与

这是本节最关键的一条。只有可折扣项参与分摊：标记为 `discountable = false` 的收费项，以及固定不可折扣额 `chargeFixedAmount`，被明确排除在让利基数之外。CMM 样例中的 B414-0200-1 外设选项即属此类（原表标注"不允许打折"）。

如果忽略这一点，一次"整单 10%"的优惠会侵蚀本不该让利的金额——金额不大，但它使"10%"这个承诺变得无法核对。产品线折扣上限 `maxDiscount` 在行级与整单两级拦截超限申请。

4.3.3 尾差处理

金额使用十进制定点计算，内部单价与分摊保留足够精度，人民币展示到分。整单优惠分摊到行时，分这一级必然产生余数。处理规则是确定的：

- 1 按分向下取整
：对每行的精确分摊值先取 floor 到分。
- 2 余下分数按小数部分降序分配
：精确值与已取整值之差最大的行优先获得剩余的 1 分。
- 3 同分以行 ID 稳定排序
：小数部分相等时，按行标识排序打破并列，保证顺序确定。
- 4 校验合计
： $\Sigma \text{分摊} = \text{优惠额}$ ，一分不差。
- 5 行分摊后不得小于零
：任何一行都不会因分摊得到负金额。

这套规则换来两个性质：合计精确，且同一份报价反复计算结果稳定一致。后者在审计现场比前者更重要——如果重算一次金额就抖一分，客户有理由怀疑整个计算过程。

4.3.4 折扣的记录、门槛与叠加

- 每次优惠都记录依据、申请人与审批需求。没有记录的折扣等于没有发生，而这恰恰是审计最在意的情形。

- **修改数量或方案后必须重新校验门槛。**折扣核定时所依据的数量档可能在改数量后不再成立，原有的审批结论随之失效。
- **折扣百分比统一定义为"减免比例"。**不允许把两个百分比优惠直接相加（例如 $10\% + 5\% \neq 15\%$ ），除非政策明确定义了叠加方式。

4.3.5 完整计算顺序

- 1 验证上下文**
：核对销售法人、客户/渠道、终端客户、币种、价格生效日期、产品族、数量、周期与交易类型是否齐备且有效。
- 2 选择唯一基础价格**
：按确认的政策顺序命中唯一价目来源；同层命中多个且冲突则阻断。
- 3 应用数量与周期政策**
：处理 flat / volume / tiered 三种计价方式，以及月 / 年 / 日三种周期单位下的周期系数。
- 4 应用可叠加的行级优惠**
：逐行计算，受 `discountable` 与 `chargeFixedAmount` 约束。
- 5 分摊整单优惠**
：仅在有资格的正金额行之间按上述尾差规则分摊。
- 6 加入收费服务与费用**
：运输、安装、培训等独立于硬件本体的收费项。
- 7 按财务确认的计税组计税**
：逐行税率与税务分类来自财务批准的规则，不由产品线自行决定。
- 8 汇总含税金额**
：区分含税录价与未税录价两条路径，分别保证不漂移。
- 9 计算管理毛利**
： $M = \sum N_i - \text{预计总成本}$ ， $m = M / \sum N_i$ ；收入为零时显示"不适用"。
- 10 判断审批**
：按折扣阈值与 Ad-hoc 规则生成审批路径。

每一步保留输入、输出与政策版本。报价快照至少包含：目录版本、规则版本、价格政策及特价依据、成本版本、税务版本、报价汇率、周期算法、舍入口径、审批矩阵、模板版本与输入上下文。

边界：审批阈值

客户原始审批阈值为 A/B/C/D/E/F 等非数字字符，不能直接作为数值门槛。本版提供五个数字上限配置，**演示值 5/10/15/20/30%** 不代表海克斯康授权；"12% 减免按 A→B→C 逐级审批"是本地验证策略，用于在彼此无法区分的占位符上验证多级审批链路是否联通，不是推荐的阈值方案。

4.4 税价

税是本章唯一一处系统不应替业务做判断的地方。引擎支持含税与未税两种录价与显示方式，但税率、税务分类与计税组均由财务批准的规则决定，CPQ 只负责按这些规则稳定地算出结果。

4.4.1 逐行税率与未税录价

税率落在行上：每行携带自己的 `taxRate`，而不是整单共用一个税率。未税录价时的行计算为：

记号	定义
B	数量 × 适用未税单价 × 获准周期系数
A	$B \times (1 - \text{行减免比例})$
N	行未税净额（整单优惠分摊后的结果）
D_i	$D \times A_i / \sum \text{合格行 } A_i$ ，其中 D 为整单优惠额
整单优惠仅分摊到有资格的正金额行；否决了负金额行与不可折扣行参与分摊的可能	

4.4.2 含税录价的反算路径

当业务以含税金额与客户达成一致时，若先反算未税再重新计税，十进制换算在分这一级会产生漂移——多次来回换算后，客户看到的含税总额可能与约定不一致。引擎的处理是：先确定优惠后的含税金额，再反算未税净额，从而保证客户约定的含税总额不因反复换算漂移。

4.4.3 管理毛利

管理毛利按未税净额口径计算： $M = \sum N_i - \text{预计总成本}$ ，管理毛利率 $m = M / \sum N_i$ 。收入为零时，毛利率显示"不适用"并触发零价规则——这里计算的是内部管理口径的毛利，不是财务收入确认，也不替代会计期间的收入确认判断。

边界：税率不是可以按品类套用的常量

软件不能一律设为 6%；同一组合业务也不能一律按拆行税率处理。中国增值税法及其实施条例自 2026-01-01 起施行，交易性质与主附关系会影响计税结果，不得仅通过把设备、软件、安装拆成多行就自行认定分别适用不同税率。

CPQ 输出的是报价用的税额及开票建议字段，实际开票与申报由下游财务系统负责。系统中出现的税率初值 13% 是可修改的测试参数，不是税务结论。

4.5 成本与毛利

成本的难点不在算术，而在完整性。一份看起来毛利很高的报价，往往只是因为某些成本还没被填进来。

成本构成可包含：设备或采购成本、预计运输、安装工时、差旅、工程集成以及其他经获准的成本项。未知成本必须显式标识，不能以零成本计算虚高毛利。未填成本不是 0 成本，它与 0 成本的差别在报表上会被完全抹平，而这正是 self-deception 最容易发生的地方。

校验层级	校验对象	为什么必须分层
整单	总毛利、总价与底价	对外承诺的最终口径

校验层级	校验对象	为什么必须分层
产品族	各产品族的毛利贡献	识别被平均掩盖的弱势族
设备 / 软件 / 服务组	组内毛利与单品底价	整单盈利不能掩盖被政策禁止的单品亏损

这一点在工程上是硬约束而非口头约定：**任一行缺少成本时，整单成本合计输出为"无值"而不是 0**，管理毛利与毛利率相应地不可计算，而不是算出一个漂亮的虚高数字。只有当所有行都具备成本数据时，才会汇总出成本合计与毛利。把"没填"当作"免费"，是最容易在系统里悄悄贬值的一种做法。

4.5.1 成本与毛利的可见性

成本与毛利按授权可见。未获查看授权时，后端从响应中直接剔除 `cost / margin / marginPercent / totalCost / transferPrice` 字段；这不是前端隐藏——字段根本不会离开服务端。此外，对 `pricingSnapshot` 还会额外剔除 `matrices` 与 `agreements`，因为销售只需要自己命中的那一行结果，不需要看到其他客户的矩阵行与协议明细。

4.6 多币种与报价汇率

项	能力
汇率表结构	来源币种 → 目标币种、换算汇率、Uplift 倍率
单表行数	1~10,000
生效机制	日期生效制；同一张表内来源/目标币种对不得重复
币种必含	表里须包含 CNY，以换算产品基础价
相同币种约束	汇率与 Uplift 必须同时为 1
日期汇率表上限	200 张，已启用表的有效期不得重叠
出处： <code>exchange_rates.py:39</code> 及相关校验分支	

报价按报价日期选表并保存快照。修改日期、币种、地区或关联公司后必须重新取价。**对外统一使用报价币种，内部保留源币金额**；汇率变动不回写已批准版本——批准意味着这一版价格已经确定，不因次日汇率波动而改变。报价汇率不冒充开票汇率或核算汇率，三者用途不同，混用会造成难以追查的差异。

边界

多币种汇率目前仅 CNY 汇率表可用，完整的多币种能力尚未实现。涉及非 CNY 结算的项目，须按"尚未实现"评估，不能假定本模块已经覆盖。

4.7 协议价、框架价与渠道价

4.7.1 协议价

协议价按**产品线、地区与日期区间**匹配（各维度支持 * 通配），并绑定买方标识。一旦某条价格被协议锁定，该收费项不可再被 **markup 或 discount 调整**（`agreementLocked`）——后续的 markup/discount 模型会把它从

eligible 集合中排除，并在 trace 中注明"目标收费不存在、已由协议锁价或禁止折扣"，而不是把它悄悄吸收进去。

4.7.2 框架协议

框架协议按适用主体、产品、数量、期间与区域验证有效性。这里有一条必须分清的界限：**框架量与本次下单量是两个不同的量**。跨项目累计优惠若需要读取外部履约量，**数据缺失时不自动享受累计折扣**——缺少外部数据属于证据不足，不足即不给，而不是"先给了再说"。

4.7.3 渠道价

组织类型	customer / channel
渠道折扣字段	channelDiscount
经销商可见性	不可见内部成本与其他渠道政策
内部传输价	transferPrice，独立币种
传输价可见性	受成本查看权限控制

边界：两类毛利不可混用

渠道毛利与企业毛利不能混用。渠道口径的毛利以渠道价为收入侧，企业口径以对终端的成交价为收入侧；两者相差的是渠道留存的毛利空间。把渠道毛利当作企业毛利上报，会系统性高估企业自身的盈利能力。

4.8 价格治理

价格治理回答"谁有资格改价，以及改了以后怎么证明"。它与销售报价审批是两条不同的线：**价格发布审批管的是价格数据与定价定义本身的变更，销售报价审批管的是某一笔交易是否可以按这个价格成交。**

机制	作用
发布审批	通过 reviewDigest 校验草稿完整性； 仅该草稿版本可发布 ，避免"编辑中的内容被旁路上线"
价格中心	在一个事务内原子写入价格、汇率与定价定义；三者不一致是价格事故最常见的来源
来源追踪与审计	记录命中的价格表、命中的条件、参考标价与最终销售价
缺价处理	显示为"不可计算 / 待定价"并 阻止审批

提交价格发布审批时，系统会做三项与销售报价审批无关的校验：草稿摘要必须与被发布日期内容一致；**存在价源冲突时要求先解决冲突再提交；提交人不能审批自己的价格变更**。前两项共同保证"绕开界面直接改库"这条路走不通，后一项是最小化的职责分离。

刚性原则：缺价不是零价

缺价显示为"不可计算/待定价"并阻止审批。把缺失的价格当作 0 处理，会让一份报价在总额上显得很优惠，直到交付阶段才发现这一行根本没有钱——这是报价系统能犯的最昂贵的错误。

边界：演示价目不是海克斯康价格

客户原始附件没有 LP（list price）与成本数据，初次初始化后一律为"待定价"。系统中带"演示补充（非客户价格）"标记的价目是显式启用的测试补充，不是海克斯康真实价格，仅用于验证计算链路正确。

上线前必须完成真实价格导入与审核；在此之前，任何由演示价目算出的金额都不具有商业意义。

4.9 可复算样例

下表来自产品需求文档的验收用例。明示：仅产品验收用途，非海克斯康真实价格、成本、折扣或税务结论。它的价值在于可以让任何第三方按同样的输入手算出同样的结果。

项目	数量	未税单价	行减免	未税净额	税率	税额	含税金额	内部预计成本
标准测量设备包	1	500,000.00	10%	450,000.00	13%	58,500.00	508,500.00	320,000.00
独立服务项	1	20,000.00	0%	20,000.00	6%	1,200.00	21,200.00	12,000.00
合计	—	—	—	470,000.00	—	59,700.00	529,700.00	332,000.00

此情形下管理毛利为 138,000.00 元，管理毛利率约 29.36%。

4.9.1 追加"仅设备行参与"的 10,000 元整单优惠

项目	未税净额	税率	税额	含税金额
标准测量设备包	440,000.00	13%	57,200.00	497,200.00
独立服务项	20,000.00	6%	1,200.00	21,200.00
整单	460,000.00	—	58,400.00	518,400.00

追加后管理毛利为 128,000.00 元，管理毛利率约 27.83%。系统应展示这一变化并重新判断审批路径，同时不能修改已批准的快照——重新计算产生的是新的未批准版本，原版本连同其金额、trace 与审批记录保持原样。

本章小结

如果把定价引擎的能力压缩成一句话：它不替业务决定价格，它保证任何一次决定都能被原样复现、被逐项追问、并在证据不足时停下来。"停下来"——缺价即阻止审批、冲突即交由管理员、未知成本即显式标识——是本章反复出现的动作，也是这个引擎最不该被优化掉的部分。

CHAPTER 05

报价与商务流程

报价不是一个文档，是一条有状态、有责任人、不能被悄悄改写的记录。

工业设备的报价之所以难以管理，并不因为金额大，而是因为一份报价同时承担着三种互相冲突的诉求：销售希望尽快给出数字，技术希望结论有依据，商务希望成交条件不被事后推翻。云动 CPQ 的处理方式不是把这三方诉求压平，而是把它们分别落到**状态**、**修订**与**审批记录**三种可核验的对象上。本章描述这条链路在系统内是如何被组织、被约束、被留痕的。

5.1 端到端主链路

主链路的设计原则只有一条：每一步都必须留下"谁、依据哪一版规则与价格、做了什么决定"。链条可以走快，但走快的方式只能减少人工操作，不能减少记录。



链路节点	主要产出	必须留痕的内容
商机入口	客户、项目与交易范围上下文	来源系统与外部编号；关联关系建立时间
需求与方案配置	配置快照与选型依据	目录版本、规则版本、配置流程与页面版本
标准 / 非标分流	是否触发技术评审的判定	判定依据；非标请求的工件、接口、节拍与责任人
销售 BOM 与价格计算	报价明细与金额汇总	唯一基础价格、可叠加行级优惠、整单分摊、税务版本、汇率与舍入口径
技术与商务审批	审批序列与逐条决定	审批矩阵版本、政策版本、每个决定绑定的修订号
冻结修订并发布	正式报价版本与文件	报价号、修订号、生成时间、模板版本与完整性标识
接受登记	客户接受凭据	接受范围、凭据类型与登记人
订单交接与回执	拆单任务与回执	各线净额、税额、含税额；回执与幂等键
CRM 回写	商机金额与状态同步	回写请求与响应；失败重试记录

边界：链路两端尚未实连

首节点与末节点均依赖 CloudCC。已确认客户为 CloudCC One 中国区，组织 `org0720f814430017229`，组织网关发现返回 HTTP 200 与 `https://ap6.apis.cloudcc.cn/lightningapi`；但用户确认尚未创建连接应用，`clientId` / `secretKey` 未配置，API 认证与会话验证未执行，CRM 业务写入未执行。订单交接侧仅完成本机 HTTP 接收器对报文、字段映射、幂等请求与响应回执的验证，真实 ERP 未实连，连接任务标记为 `local_validated + externalDelivery: false`。因此上述链路在接口契约与业务对象上已贯通，外部端到端尚未验收。

5.2 报价状态机

状态机解决的是"现在能不能改、谁能改、改完算不算数"。系统区分主状态与子状态：主状态决定报价在商务上处于哪一步，子状态描述技术确认、外部同步与订单交接的进展，二者不合并。

主状态	允许的关键动作	进入下一状态的条件
草稿	保存、克隆、重新配置、重算、提交审批	操作人具有该产品线授权；内容通过即时校验与包依赖检查；价格与税务口径齐备
审批中	通过、退回、催办、撤回	报价内容与规则 / 价格版本已冻结；审批人具有对应产品线审批授权；当前节点决定已记录
退回 · 已撤回	编辑、重新配置、重新提交、撤销	回到可编辑态；重新提交须重走受影响的审批节点，不复用既有批准
已批准	发布、生成新修订、确认订单	审批序列全部完成且无冲突路由；有效期未到期；无生效中的禁售或合规阻断
已发布	登记客户接受、生成修订、发布替代版	文件已绑定报价号、修订号、生成时间与模板版本；完整性标识齐备
已接受	订单交接、生成变更报价	客户接受凭据已登记；交单范围与接受范围一致；未超出有效期
已拒绝 · 已撤销 · 已过期 · 已替代	只读归档、可克隆为新报价	终止态：不得新增正式发布、接受登记与交单；如需继续须另起修订或新报价

5.2.1 主状态与子状态的职责划分

自动通过并不等于无人负责。标准且处于授权范围内的报价可以由政策自动通过，但**必须记录命中的政策版本与自动决策**；非标、特价、超常付款或特殊验收条件则触发相应的人工审批。自动决策与人工决定在记录结构上一致：都能追溯到版本、条件与责任人。

以下三组进展作为**独立子状态**维护，不得混入单一主状态字段：

- 技术侧：待技术确认 / 技术通过 / 技术拒绝；
- 同步侧：待同步 / 同步成功 / 同步失败；
- 交接侧：待交单 / 交接中 / 交接成功 / 交接失败。

合并状态字段会制造两类典型误判：把"已批准"当成"已发给客户"，把"客户接受"当成"ERP 已接单"。系统的处理是把四类事实分开判定、分开记录。

可核验的时间点

必须留出可核验的时间点——**被批准 ≠ 已发送 ≠ 已接受 ≠ 已交单**。批准时间、发布时间、接受登记时间、交接成功时间分别记录，各自绑定同一修订下的具体凭据与操作人。任一环节缺失，后续环节不得推定成立。

5.3 生命周期规则

生命周期规则回答的是另一个问题：同一笔生意在系统里可以有多少个"当前版本"，以及旧版本在什么时候失效。规则的设计取向是**宁可多一份修订，也不允许原地覆盖**。

- **一商机、多报价、多方案、多修订**。一个商机可关联多份报价、多个备选方案和多次修订；但一个交易范围同时只能有一个用于 CRM 汇总的主报价修订，备选方案不得重复计入商机金额。
- **已批准内容不可原地覆盖**。任何产品、数量、金额、交易主体、税务处理、交期、付款、验收或保修条件的变化，都产生新修订并重走受影响的审批。
- **新修订不自动作废旧正式版**。新修订在草稿阶段不影响既有正式版；新正式版发布时必须明确是否替代旧版。不同有效方案只能由用户显式选择，**不能默认叠加下单**。
- **部分接受生成新修订**。客户只接受部分明细时生成新修订，重新检查包依赖、折扣与税价；**首期不允许直接对原版本部分交单**。
- **成交后的变更走变更报价**。已接受 / 已交单版本的变更以变更报价关联原版本与订单引用；订单撤销、退货、退款仍由外部系统处理，**不修改原始成交快照**。
- **到期与阻断**。有效期到期禁止新增正式发布、接受登记和交单；紧急禁售或重大合规禁用可以阻断尚未交单的报价并留下原因。

变化类型	处理方式	是否需要重走审批
产品、数量、金额	生成新修订	是，重走受影响节点
交易主体、税务处理	生成新修订	是
交期、付款、验收、保修条件	生成新修订	是
客户部分接受明细	生成新修订并重检包依赖 / 折扣 / 税价	视变化是否触发阈值
已交单后变更	变更报价关联原版本与订单引用	按变更审批路由
撤销、退货、退款	外部系统处理，不改成交快照	不适用

5.4 三种报价场景

场景不是模板的别名，而是"这份报价允许怎么配、怎么算"的约束集合。系统提供三种报价场景类型，最多 60 个场景定义。

ID	名称	类型	适用情形
equipment	标准设备报价	标准设备	配置设备、附件与服务，完成计价、审批和客户文档
solution	多配置方案报价	多配置方案	同一审批产品线下的多套配置汇总到一张报价，分别保留各自的配置与计价依据
term	软件与服务期限新购	期限新购	按已发布周期计价模型报价，核对期限与一次性费用、周期费用

场景类型 3 种、上限 60 个定义；出处 `server/quote_scenarios.py:13,22`。

场景复用型号自身的配置流程、规则、配置页面与定价模型，模板在新建报价时绑定。这一设计有两层含义：一是场景定义变更只影响此后新建的报价；二是**修改场景定义不改写历史报价快照**。历史报价继续按当时的场景与型号版本解释，金额与配置依据不随定义漂移。

5.5 报价工作台布局

布局是呈现层的选择，不是权限的延伸。系统预置 10 个区块，其中 7 个为必选；预置三套布局供不同角色与阶段使用。

区块	名称	内容	约束
customer	客户与商务信息	客户、项目、交易主体与商务属性	必选
configurations	配置管理	多配置方案的清单与切换	必选
configuration	配置快照与依据	当前配置的选型与规则依据	可选
commerce	商务流程与属性	阶段、步骤与自定义商务属性	必选
pricing	计价输入	减免比例或目标未税总额等输入	可选
lines	报价明细	逐行产品、数量、单价、税额与含税额	必选
totals	金额汇总	未税、税额、含税与管理口径汇总	必选
approval	审批与记录	审批路径、决定、委托与操作记录	必选
documents	客户文档	报价单、技术协议与清单的生成与下载	必选
bom	结构 BOM	销售 BOM 结构与路径	可选

区块 10 / 必选 7；出处 `server/quote_layouts.py:6-7`。

布局 ID	名称	适用角色	适用阶段	priority
standard	标准报价工作台	不限	不限（兜底布局）	100
sales	销售编制	admin / sales	draft、rejected	20
review	审批准审	approver	pending、approved、rejected	10

布局可按角色、用户组、阶段、步骤、场景与型号选择，并带 `priority` 决定命中顺序。两条约束必须同时成立：

- 所有布局必须保证**"不可删除"区块可达**——客户信息、配置管理、商务流程、明细、金额汇总、审批、客户文档。可以换位置、换页签，不能消失。
- 布局不授予权限，也不改变历史商业快照。换了布局不会多看一个字段，也不会让已发布的金额发生变化。

5.6 商务流程引擎

商务流程引擎把"谁在什么阶段能做什么"从代码中抽出来，变成可配置的三元组：阶段、动作、角色。系统默认提供 5 个阶段、11 个动作与 4 类角色。

类别	取值	说明
阶段 (5)	draft	草稿：可编辑，可提交
	pending	审批中：内容冻结，处理当前节点
	approved	已批准：可发布与交单
	rejected	退回：回到可编辑态
	ordered	已确认订单：锁定
动作 (11)	save	保存当前编辑内容
	clone	克隆为新报价，生成新编号
	reconfigure	重新配置并刷新依据
	reprice	重算价格与分摊
	submit	提交审批并冻结内容
	approve	当前节点通过
	reject	退回并填写原因
	withdraw	申请人撤回至草稿
	order	确认订单并锁定
	advance	推进流程至下一阶段
	remind	催办当前审批阶段
角色 (4)	admin	运营管理员：管理端全部维护，可见全部报价；启用账号后也不能冒充其他审批人
	sales	销售：授权产品线内选配与新建报价，编辑自己的草稿 / 退回报价
	approver	审批人：仅处理当前绑定节点
	cos	COS：确认已批准且有效的订单并锁定

阶段 / 动作 / 角色：5 / 11 / 4；出处 `server/commerce_definition.py:13-15`。系统只有这 4 种角色。

默认配置项	数量	内容
步骤	5	编制报价 / 审批中 / 已批准 / 退回修改 / 订单确认
Profile	5	按角色与产品线组合授权可用动作
转移	7	步骤之间的推进与回退路径，支持条件转移
商务属性	可自定义	随报价保存的业务字段，参与规则与文件输出
审批组	可自定义	多人成组承担同一审批节点

5.7 七类商务规则

商务规则是本章的核心。它们共同回答一个问题：这份报价在"能改成什么样、能填什么值、谁能看见、算出来是多少、哪些行参与"这五个维度上，边界在哪里。系统把规则分成七类，每类独立配置、独立留痕。

类别	代码	作用对象	解决的问题
自定义属性	fields	主表与行	这份报价需要记录哪些业务字段
修改动作	modifyActions	指定范围内的行	某个事件发生时，哪些字段被写成什么
公式	formulas	主表与行表达式	字段之间如何计算、按什么顺序计算
校验规则	validationRules	主表与逐行	什么情况下不允许保存或提交
访问规则	accessRules	主表、逐行与字段	谁能写、谁能读、谁看不见
即时约束	constraintRules	逐行与主表条件	即时输入时哪些值被禁止或只允许哪些值
行过滤	filterRules	报价明细行	哪些行参与展示与计价

商务规则类别 7 类；出处 CommerceWorkbench.jsx:48-61。

5.7.1 修改动作 modifyActions

修改动作把"系统自动改字段"这件事显式化：写哪些行、写成什么值、谁有权触发、改之前给不给预览。共有 5 种赋值模式。

模式	含义	典型用途
keep	保留原值	重算或批量修改时不覆盖既有输入
value	写入指定值	强制统一税率、交期口径或责任主体
default	写入默认值	新行初始化、重置被清空的字段
function	由函数计算后写入	按数量、配置或客户分组推导字段
form	由表单输入后写入	需要操作人当场确认的赋值

赋值模式 5 种（保留 / 指定值 / 默认值 / 函数 / 表单输入）；出处 server/commerce_modify.py:20。

除赋值模式外，修改动作还需声明**行范围**（作用于全部行、按条件命中的行或指定行集合）与**动作权限**（哪些角色与阶段可触发）。为避免"改完才发现改错了"，系统提供**真实报价预览**：先在真实报价数据上给出改动后的结果，确认后再落库；落库过程为**原子修改**，要么全部生效，要么全部回滚。

5.7.2 高级修改 advancedBefore / advancedAfter

当一个业务事件需要同时写入多个相互依赖的字段时，单条修改动作不够用。高级修改提供两个执行阶段：**advancedBefore** 在标准修改动作之前运行，**advancedAfter** 在其之后运行。两个阶段内均为**受控多属性赋值**，只能通过 `setAttributevalue` 写入，不能自行改写价格表、审批或订单对象。

阶段	执行内容	记录
1	解析上下文与行范围	输入上下文与命中行
2	advancedBefore 受控赋值	每次 setattributevalue 的键与值
3	标准修改动作与公式重算	重算输入与输出
4	advancedAfter 受控赋值	每次 setattributevalue 的键与值
5	校验与提交	校验结果、原子提交或回滚

五阶段执行记录用于事后解释"这个字段为什么变成这个值"。

5.7.3 公式 formulas

公式承担字段间的推导，包括主表表达式与行表达式两类。关键约束有三条：**依赖排序**——存在依赖关系的公式按拓扑顺序求值，避免"先算后用"；**条件求值**——公式可按条件生效，条件不成立时不写入；**跨行汇总**——支持按条件把行级结果聚合到主表，聚合口径与行过滤保持一致。

版本方面，**旧报价保留公式版本**。公式修改后重新计算的是当前编辑中的修订，已保存与已发布的快照仍按当时的公式版本解释，历史金额不因公式调整而变化。

5.7.4 校验规则 validationRules

校验规则决定"什么时候不允许继续"。它按**动作**触发（保存、提交、审批、交单等），可作用于**主表**或**逐行**；可声明**禁止值**，并指定**提示位置**（字段旁、区块顶部或提交拦截）。条件支持 BML 表达式，以便在复杂业务条件下判定。校验可在高级修改之前与之后各执行一次，确保自动赋值前后都满足约束。

5.7.5 访问规则 accessRules

访问规则是七类规则中最容易被误用的一类：它常被当作"界面上藏起来"来使用。系统把它定义成服务端约束，分三级。

级别	含义	服务端行为
write	可写	允许读取与提交该字段
read	只读	允许读取，服务端拒绝写入
hidden	隐藏	不返回字段；未授权查看成本与毛利时后端移除字段，而不是前端隐藏

访问级别 3 级（可写 / 只读 / 隐藏）；出处 `server/commerce_access.py:11`。

规则可按条件、步骤与权限视图分别配置，覆盖主表与逐行；条件支持 BML 动态访问，销售在编辑时即可获得即时反馈而非提交后才报错。两条边界必须强调：**规则同时约束服务端接口**，绕过界面直接调用接口同样受控；**历史报价保留旧版访问规则**，新规则不会追溯改写已成交快照的可见性。

5.7.6 即时约束 constraintRules

即时约束处理"这个值不能选"与"只能从这些值里选"，作用于逐行与主表条件，并支持 BML 动态约束与货币换算后的比较。取值控制有两种模式：

模式	含义	适用场合
deny	禁止值：列出的取值不允许	已知少数例外情形，其余放开
allow	菜单允许值：只允许列出的取值	取值集合可穷举且必须封闭

即时约束为**强制拦截**：命中即阻止输入生效，而不是给出建议后放行。货币换算在比较前完成，避免不同币种下同一约束产生不同结果。

5.7.7 行过滤 filterRules

行过滤决定哪些明细行参与展示与计价，条件有三种写法。

条件类型	说明	适用
Always	恒定成立或恒定不成立	临时开关某一类行
Simple	字段与常量的简单比较	按类别、可见性、数量过滤
BML	表达式条件	跨字段、跨配置的复杂判定

过滤会带来两个副作用，系统均做了显式处理：**父项保留**——子行被过滤时父项结构仍然保留，不产生悬空层级；**子项提升**——父项被过滤而子项命中时，子项按规则提升，不随父项一起消失。金额方面，**价格与完整原始行保留**：过滤只影响本次展示与本次计算的范围，不删除原始行，也不改写已保存快照。

5.7.8 性能分析

规则越灵活，越需要知道它花了多少时间。系统对商务动作提供性能分析：按阶段给出耗时，并统计函数、循环、查询、HTTP 与 JSON 调用的次数与热点位置。这让"这条规则太慢"可以被定位到具体阶段与具体调用，而不是停留在整体感受上。

5.8 审批

审批在本系统中不是"找人签字"，而是"把例外情形绑定到责任人并记录依据"。审批序列由若干 reasons 组成，每条声明在什么条件下、由谁、以什么方式批准。

字段	含义	取值与说明
stage	审批阶段	序列中的层级，逐级推进
mode	签署方式	all 会签：全部审批人通过；any 或签：任一审批人通过
approvers	审批人	具体人员、审批组 groups 或 @manager 直属经理绑定
条件	命中条件	按产品线、折扣区间、金额、付款或验收条件等判定
approvalKind	审批类型	折扣审批 / 技术评审 / 零件号审批等，分别对应不同授权

除基本序列外，审批还支持**委托**（带生效 / 失效日期区间，委托人在此期间代行职责，@manager 可绑定直属经理）、**催办**（remind 动作作用于当前阶段）、**条件动作**（通过或退回时触发的后续处理）与**审批组**（多人成组承担同一节点）。

5.8.1 权限二次校验与职责分离

审批路径命中并不等于该审批人可以批准。系统在批准动作上执行**审批人权限二次校验**，并核对**产品线授权**：审批人必须同时具备该节点的审批类型授权与对应产品线授权，缺失任一项即无法完成决定。三类授权分别为折扣 / 商务、Ad-hoc 技术、特殊零件，按产品线分别勾选。

分离要求	具体约束
申请与批准分离	申请人不能最终批准自己提交的例外
技术与商务分离	技术可行性未通过时，不得以总经理特价批准替代技术评审
跨事业部协同	跨事业部方案必须包含相关责任人，不得以单一产品线审批替代

5.8.2 冻结、版本与默认阻断

- 审批提交时冻结**报价内容、规则 / 价格版本和审批矩阵**；每个决定绑定同一修订，旧批准不自动复用。
- 无匹配路由或政策冲突时**默认阻断**，不能默认走"免审批"通道。
- 重要主数据发布、价格政策变更与正式报价审批为**相互分离**的流程，避免以配置变更替代报价审批。

边界：审批阈值是本地验证策略，不是授权

审批阈值（演示值 5 / 10 / 15 / 20 / 30%）是**本地验证策略**；原表值为 A/B/C/D/E/F 等非数字字符，不代表海克斯康授权。12% 减免按 A→B→C 逐级审批仅为演示。首期基准数据中 12 条审批路径（2 产品线 × 2 地区 × 3 审批类型，Level 0~5）里，地区 2 的技术评审与零件号审批人为空，含 Ad-hoc 的地区 2 报价因此不能提交——这是原表数据的真实形态，不是系统限制。

5.9 Ad-hoc 与例外管理

非标是工业设备报价的常态，也是最容易失控的地方。系统不禁止手工行，但要求手工行承担比标准行更重的证据责任。

字段	要求
零件号	必填；用于后续映射与履约
短描述 / 详细描述	中文交付所需，进入客户文档
英文描述	原表未提供英文描述，系统明确标注缺失，需逐行补充
分类	决定计价与税务分类
数量	由系统再次验证
价格 / 成本	成本需说明来源；未定价时初始化为"待定价"， 缺价不是零价
税率	按财务确认的计税组计税；税率初值 13% 为可修改测试参数，非税务结论

手工项自动触发技术评审。非标请求必须记录工件 / 应用需求、接口、节拍、附件、客户特殊承诺、目标交期及责任人；**不允许销售直接用"其他产品"自由行避开技术校验。**

非标项使用**受控临时代码**，关联评审单、计价 / 税务分类、数量、成本、交付范围和订单映射责任人。**未形成可履约编码或获准映射前可以出条件报价，不能交单。**供应商报价、外购部件及工程估算须记录来源、币种、有效期和置信状态；**估算不能伪装为确认成本。**

优惠叠加与重复折扣

不可叠加的优惠必须说明原因并记录依据；相同折扣不得被重复应用。系统对整单优惠采用以分为单位的最大余数法分摊、以固定行 ID 打破并列，保证分摊合计精确等于整单优惠，且只有可折扣项参与分摊。这一口径适用于 Ad-hoc 行与标准行，不因行的来源不同而改变。

5.10 多产品线跨线拆单

一张报价里同时出现三坐标设备、软件期限与服务时，审批权限与交付责任往往分属不同产品线。系统的处理是：报价可以合，审批必须分。

环节	规则
分组	按 approvalProduct 分组，逐线独立计算与审批，订单拆分不可变
折扣	整单折扣沿用原分摊逻辑， 各线适用自己的折扣上限与审批策略
审批	相同审批人也要分别完成对应产品线审批；或签分组不跨线合并
权限	所有人、共享人、审批人、代理人都须有全部相关产品线访问权， 不提供"只看自己产品线"模式
成单	所有审批完成后确认订单，按产品线生成 报价号-01 、 报价号-02 等子单
金额	各子单净额、税额、含税额合计与总报价逐分一致
交接	ERP 连接按拆单逐个生成任务； 历史订单不自动补造拆单

拆单的价值在于让每条产品线按自己的规则被审视，代价是审批工作量增加。系统选择承担这个代价：跨线合并"或签"会让一条产品线的技术评审被另一条产品线的批准覆盖，这在工业设备上通常是不可接受的。

5.11 资产、订阅与续费

期限业务的难点不在算钱，而在算时间。资产台账与折算规则的设计目标，是让"这段时间该收多少钱"有唯一可复核的答案。

字段	说明
来源系统及外部资产编号	同一来源 + 外部编号不可重复
零件号	关联目录产品
客户 / 产品线	决定归属与审批路由
内部负责人 / 组织	责任归属与可见范围
原报价订单	追溯首次成交来源
权益起止	起日包含、止日不包含
数量	参与折算
月 / 年周期单价	按周期口径取值
币种 / 税率	按报价币种与计税组
计费日	按月对齐的计费基准日

台账支持三种动作：**续费 / 变更 / 取消**。折算规则如下：

- 起日包含、止日不包含；
- 按月计费以计费日对齐，短月取该月最后一天；
- 折算公式： $\text{数量} \times \text{周期单价} \times \text{本次覆盖天数} \div \text{该周期实际天数}$ ；
- 固定日基数选项： $\text{按实际覆盖天数} \div 30$ 或 $\div 360$ ；
- 默认续费 12 个月，可设 1~120 个月；
- 取消默认退还未使用期间费用，可设为不退；
- 默认不允许追溯日期。

操作顺序上，**先试算查看逐周期明细，再生成独立报价**；审批 / 确认前不改变权益。试算与生成分离，是为了让客户与内部在看到逐周期金额之前，不产生任何既成事实。

边界：资产来源未自动化

没有自动从 ERP / 订阅平台抓取资产，也没有自动从新购订单生成订阅。权益不可用时，允许保存草稿或授权核验，**不自动零基础线报价**——不因为台账暂时查不到就按零开始计算，也不把缺失当成免费。资产数据的录入与核对仍由人工完成。

CHAPTER 06

文档与输出

客户看到的每一页，都必须能追溯到被批准的那一版。

报价文件是客户唯一会反复阅读的东西，也是最容易与系统内数据脱节的东西。本章的处理原则很直接：文件不是另一个可编辑的真相来源，它是某一版报价快照的确定投影。模板可以改，已发布的文件不能重绘。

6.1 模板设计器

模板设计器采用三面板结构——布局 / 元素 / 属性，支持拖动模板流、目录 TOC、章节版面与原位 PDF 嵌入。元素种类共 14 种。

元素	作用	元素	作用
section	容器区块	standard	标准预置区块
loop	循环（行 / BOM / 配置）	headerFooter	页眉页脚
heading	标题	toc	目录
text	文本	columnBreak	分栏
attribute	属性取值	embed	嵌入外部 PDF
table	产品与明细表	image	图片
pageBreak	分页	spacer	间距

文档模板元素种类 14；出处 `server/document_definition.py:8`。

模板通过绑定引用体系取数，避免"手写一份说明文字"造成的漂移：`quote`：（报价头）、`line`：（明细行）、`bom`：（结构 BOM）、`config`：（配置章节与属性）、`attr`：（属性）以及文档变量。模板按销售法人、语言、产品族和交易类型分别管理，同一型号在不同法人与语言下可挂不同模板。

边界：设计器不等于官方完整能力

已实现元素树编辑、条件、循环、缺译回退、局部样式、页边距、重复页眉页脚、图片比例与页码，并在本机完成 PDF 预览与发布验证。模板目录、共享样式集、章节版面库、全文搜索、邮件循环 / 翻译 / 自动计划等官方能力仍保留缺项。多型号报价章节依赖多配置报价分组能力，不能把单型号循环表述为已完成多型号。

6.2 导出形态

四种导出格式面向两类受众：客户交付与内部核对。两者不共用同一份内容口径。

格式	适用对象	说明
PDF	客户交付与存档	报价单与技术协议；中文字体子集嵌入；附页由 <code>pypdf</code> 合并

导出格式 PDF / DOCX / XLSX / CSV；出处 `app.py:829`。

格式	适用对象	说明
DOCX	客户交付与投标编辑	报价单与技术协议；由 <code>python-docx</code> 生成
XLSX	内部	完整 BOM 与明细，用于内部核对与下游交接； <code>openpyxl</code> 原生输出
CSV	内部	轻量交换与逐项核对
导出格式 PDF / DOCX / XLSX / CSV；出处 <code>app.py:829</code> 。		

渲染环节	实现	要点
PDF	<code>reportlab</code>	中文字体子集嵌入，避免缺字与体积膨胀
Word	<code>python-docx</code>	与 PDF 共用同一生成模型，内容一致
Excel	<code>openpyxl</code>	原生 XLSX，保留数值精度
表格交换	<code>csv</code>	纯文本输出，便于下游系统读取
附件合并	<code>pypdf</code>	数据页、条款等附页合并入正式 PDF

性能方面，在 300 活跃用户在线负载同时进行（含入队→排队→轮询→下载）：20 行报价生成 2 页 PDF，P50 3.133 秒、P95 5.899 秒；1,000 行生成 44 页，P50 5.910 秒、P95 11.668 秒；50,000 行 XLSX 为 27.191 秒。单个 Worker 顺序生成，未测 300 人同时批量生成 PDF。

6.3 双语与受众分离

同一份报价要同时服务内部评审与客户签署，这两类读者需要的信息并不相同。系统不做"一个 PDF 打天下"，而是按受众生成不同投影。

维度	取值	行为
受众	<code>internal</code>	保留内部零件明细、成本与管理口径字段
受众	<code>customer</code>	隐藏内部零件明细并合并为"方案包含项"；备选项显著标注不计总价
语言	<code>zh / en</code>	全元素 Zh/En 双字段，缺译回退；界面语言即时切换， 不翻译用户录入的数据
描述模式	<code>short / long</code>	简短描述与详细描述；LP 显示可按模板或单份报价控制

客户版汇总**不影响内部计税、毛利及交单明细**：合并展示只改变呈现，不改变金额计算与订单内容。备选项在客户文件中显著标注不计入总价，避免客户把备选误读为已包含。

文件本身受版本约束：**未批准文件带 NOT APPROVED 水印，批准后自动移除**；正式文件绑定报价号、修订号、生成时间、模板版本及完整性标识；存档保存实际文件，重新下载取得**相同存档文件**，新模板不重绘已发布文件。

边界：文档不能绕过审批

商务人员不能通过改文档绕过系统中的金额与条款审批。需要投标编辑时可导出受控 Word/Excel，但编辑后的文件默认为工作稿，正式内容必须回录并重新验证，不得上传改价后的 PDF 伪装成系统正式版。系统只承认由快照生成的存档文件。

6.4 邮件

邮件模板分三类，覆盖审批过程中的通知需求。

类型	名称	用途
approval	审批待办	通知审批人当前节点待处理，附一次性审批链接
notification	状态通知	报价状态变化通知相关人
reminder	审批催办	对当前阶段发起催办

邮件模板类型 3 类；出处 `server/email_templates.py:7`。

正文由块类型 `text` / `fields` / `actions` 组成，块可带 `conditions` 条件。模板具备循环能力：支持配置、产品与数组循环，排序与过滤，中英回退与收件人语言偏好。变量采用白名单机制，可用变量如 `number`、`customer`、`project`、`status`、`action`、`recipient`、`reason`、`comment`、`currency`、`net`、`gross`、`quoteDate`、`validUntil`；正文安全转义，标题禁止换行。

边界：邮件未做外部端到端验收

SMTP SSL/STARTTLS 传输分支通过测试替身校验，三类模板已发布且审批与催办队列显示自定义主题及模板 v2，但未执行外发。实际邮件服务和入站网关尚未提供，未完成外部端到端邮件验收。邮件短信与企业微信外发在 Oracle 能力对照中判定为未实现。

6.5 中文交付要求

中文交付不是“把英文模板翻译一遍”。正式文件在本地化上必须满足以下清单：

- 中文名称：客户主体、产品与方案名称使用中文全称，与合同主体一致；
- 地址与日期：中文地址顺序与日期格式本地化，日期与有效期表述不含歧义；
- 人民币大小写：含税金额同时给出阿拉伯数字与中文大写，大写规则正确；
- 含税说明：明确标注是否含税、税率与税额分组，逐行税率可分组展示；
- 单位：使用中文计量单位，数量与单位对齐；
- 编号与盖章位置：报价号、修订号、页码与盖章位置在版式中预留；
- 字体：中文字体子集嵌入，长文件无缺字；
- 版式：长型号不截断、跨页表格表头延续、金额大写正确、附件顺序与页码连续；
- 英文型号保持原样，不翻译、不改写、不补齐真实商品编码。

内容层面，正式文档必须写明**适用条件**：精度指标、节拍要求、现场环境要求、客户负责事项以及未包含的工作。不能把官网宣传语直接转成无条件合同承诺——宣传语境下的性能描述进入技术协议时，必须带上测量条件与边界说明。产品图片取自 CPQ截图.xlsx，明确标注"品类参考图"，不冒充具体 SKU 图片。

CHAPTER 07

AI 能力

AI 的价值在于缩短从"我不知道怎么配"到"我知道该怎么问工程师"之间的距离，而不是替工程师做技术承诺。

本章描述九类助手、它们的执行流程、治理边界与已完成的验证。所有能力建立在同一个前提下：模型输出是**建议**，建议必须先预览、通过 CPQ 校验，再由用户确认应用。

7.1 九类助手

助手按作用域划分，入口固定在对应业务页面，不在全局悬浮。其中两类限定管理员使用。

代码 ID	助手名	作用域	入口页面	备注
quote_summary	报价摘要与下一步	quote	报价工作台 → 打开报价 → AI 助手	单独展示已保存金额、产品明细与真实待办
rule_explain	规则解释	rule	规则中心 / 产品管理 → 规则与流程 → AI 解释	限管理员
price_advisor	目标价格助手	quote	可编辑且已保存报价 → AI 助手	输入未税目标金额或减免比例，先看试算再应用
configure	自然语言选配	configuration	产品配置 → AI 助手	映射真实属性与目录产品，通过配置校验后应用
extract_products	客户清单提取	configuration	产品配置 → AI 助手	核对原文、来源、候选与数量后试算应用
knowledge	产品知识问答	configuration	产品配置 → AI 助手	检索已发布资料，回答附文件、版本与来源片段
rewrite	文本改写	text	文档与条款 → 模板设计器 → AI 改写文字	限管理员
compare	方案比较	comparison	报价 → AI 助手 → 方案比较	比较两份有权限查看的已保存版本
recommend	产品推荐	configuration	产品配置 → AI 助手	依据已发布加购 / 替代关系推荐；系统不自行认定替代

AI 助手类型 9 类；出处 `server/ai_config.py:8-18`。

7.2 执行流程

每一次助手调用都走同一条四步流水线，步骤之间的边界固定，不可跳过。

1 业务上下文

校验真实登录身份、报价与产品线权限，按场景取出白名单内的字段，组装上下文。

- 2

可选知识检索

在已发布的知识资料中按关键词检索相关片段。知识问答、自然语言选配与产品推荐三类**强制包含**本步骤，不得跳过检索直接生成。
- 3

模型生成

调用模型获得建议；网络调用在 SQLite 写事务之外进行，全局最多 3 个并发调用，请求与应用均有幂等控制。
- 4

校验与业务试算

把建议放回真实业务对象上校验并试算，给出预览；通过后才由用户确认应用，定价仍走现有完整计价、折扣、商务校验及保存逻辑。

异常不会保存业务建议，也不会自动重试模型请求。切换助手、更改输入、更换附件或点击"清除问答"会重新开始问答；关闭弹窗或刷新页面结束本次问答，不提供跨会话恢复。

7.3 治理边界

本节是本章的核心。AI 在工业报价中的风险不是"回答错误"，而是"看起来对、且被直接应用"。治理设计围绕这一点展开。

- 建议先预览。**价格与选配建议**先预览**，通过 CPQ 校验后由用户确认，才应用到草稿。**AI 不直接改价，也不能绕过审批路由**；模型不能直接修改价格表、BML、审批或订单对象。
- 上下文最小化。**报价上下文白名单**不含成本、毛利、客户联系人**；客户摘要移除隐藏产品行；定价意图解析只接收输入与币种。
- 按需发送。**客户显式使用助手时，服务端只发送当前场景所需的已授权字段及资料片段。

7.3.1 连接与密钥

连接使用 OneKeyToken (<https://my.onekeytoken.com/v1>)，模型为 `qwen3.7-plus`。密钥优先读取环境变量 `ONEKEYTOKEN_API_KEY`，其次读取权限为 0600 的本机私有文件；**不回显、不打包到前端、不写入运行记录**。连接测试使用已保存草稿，不带业务数据；连接参数修改需保存、测试，再发布到业务端。停用 AI 并发布即可关闭模型功能，原产品配置与报价流程继续可用。

7.3.2 配额与并发限制

100 份 知识库文档上限	6 MB / 12 万字 单份资料上限	10 次 单次对话最多补充追问	3 全局并发模型调用上限
-------------------------	-------------------------------	---------------------------	------------------------

限制项	取值	说明
知识库份数	≤ 100 份	支持 PDF、DOCX、XLSX、CSV、TXT、Markdown
单份大小	≤ 6 MB / 12 万字	PDF 最多 100 页；工作表最多 10,000 行、100 列
补充追问	一次对话最多 10 次	另受管理员设置的总输入上限约束

限制项	取值	说明
单次回答	最多 5,000 字	—
并发调用	全局最多 3 个	网络调用在写事务之外进行
运行记录	默认保留 30 天（可设 1~365 天）	记录操作者、助手与版本、步骤、模型、token 用量、耗时与结果
检索能力	无 OCR、无向量索引	文本在本机提取，以关键词检索相关片段；扫描件需先完成 OCR

知识引用必须来自本次实际检索到的有效资料；已撤销权限或已失效资料的结果不能继续读取或应用。管理员可查看运行记录，普通用户不能读取其他人的运行记录。

责任归属

模型说明仍须由使用者判断。文本结构、权限、版本及确定性金额校验，**不代表已自动证明所有自然语言解释和技术描述正确**。系统不会自行认定两个产品可替代，推荐关系须由运营人员依据实际产品资料维护并发布。

7.4 实测与诚实的边界

本节只列已完成的验证，不做外推。

验证项	结果
真实模型场景覆盖	九个场景均有真实 qwen3.7-plus 返回
耗时（普通样本）	真实模型普通样本耗时约 8~32 秒
浏览器定价应用	49 行模拟报价减免 5%；未税金额 539,600 → 514,880 元 ；含税金额 609,748 → 581,814.40 元 ；确认后保存为 v2
浏览器清单应用	H00044245 数量 2 → 精确匹配 → 配置试算 → 应用后配置数量为 2
AI 自动化测试	45 项通过，覆盖配置发布、权限、数据投影、幂等、版本冲突、模型错误、引用、文件解析、HTTP 会话及多轮补充
错误与恢复	超时 / 非法响应 / 401 / 429、虚构产品与引用、权限撤销、资料过期、版本冲突和重复应用均有测试

初始真实定价样本"减免 5%"曾返回税价口径澄清；补充"可折扣未税行"口径后完成预览与保存，并在提示词与默认示例中明确这一口径。原始尝试保留在验收记录中——这是对口径不确定性的如实记录，不是把一次成功复述成一贯正确。

边界：未做专家评分的批量评估

未做业务专家评分的批量重复样本评估，因此不声称达到 **95% 语义通过率或 P95 15 秒**。本轮是功能与集成验收：真实模型普通样本耗时约 8~32 秒，为单点观测，不能作为性能承诺。前述 49 行定价与清单提取案例为真实浏览器操作验收的个别样本，不代表全量业务语义准确率。

CHAPTER 08

集成与开放

CPQ 不拥有 CRM、ERP 或 PLM，但它必须知道每一份数据来自哪里、谁是权威源、以及对方没回应时该怎么办。

在工业设备的报价链条上，CPQ 从来不是数据的终点。客户主数据在 CRM 里维护，订单与开票在 ERP 里完成，产品结构与工程数据在 PLM 里演进。CPQ 的价值不在于接管这些系统，而在于把"配置一定价一报价版本一审批"这一段做成权威、可追溯、可解释的段落，并把它与上下游的连接写成明确的契约：什么数据进来、什么结果出去、不一致时以谁为准、对方没有回应时系统应当如何表态。

本章给出的每一项集成能力，都同时给出它的验证状态与未验证的部分。凡本章未标注"已实连"的连接，均只代表契约已实现并在本机或隔离环境完成验证。

8.1 分工原则

集成设计的第一原则是划清权威源，而不是尽可能多地同步字段。字段同步越多，冲突与责任就越难界定；权威源越清楚，失败时的处置就越确定。

CloudCC 提供客户、商机和入口；CPQ 管理配置、价格计算、报价版本及报价审批。当企业选择复用既有审批引擎时，CPQ 不再重复实现审批流程，但仍只保留一份权威审批结果——同一份报价不会同时存在两个可互相矛盾的审批结论。

能力域	权威源	CPQ 的角色
客户、联系人、线索、商机与商机阶段	CloudCC	只读引用并回写报价结果；不创建商机、不改商机阶段、不做销售预测
配置、价格计算、报价版本、报价审批	CPQ	权威源；出具版本快照与审批结论
审批流程编排	企业既有审批引擎（可选）	可复用；复用时仍只保留一份权威审批结果
采购、库存、排程、开票、收款	ERP	输出已批准修订与销售 BOM；不承接 ERP 职能
合同全生命周期与电子签章	合同 / 签章系统	输出客户 PDF 并接收签署回执；不提供全功能合同管理与签章
产品结构、CAD、测量程序	PLM / CAD	消费已发布的可配置模型；不做 PLM、CAD 或测量程序开发
服务工单、设备遥测、许可证实际发放	服务 / 许可系统	读取权益作为报价输入；不发放许可证、不处理工单与遥测

明确不做事

- 以下能力不在本产品的范围内，实施时不应将责任转移给 CPQ：
- 客户、联系人、线索、商机阶段与销售预测管理；
 - ERP 侧的采购、库存、排程、开票与收款；

- 全功能合同生命周期管理与电子签章；
- PLM、CAD 与测量程序开发；
- 服务工单、设备遥测与许可证的实际发放。

进入方式：不得把 iframe 当作必须条件

产品要求是"从 CloudCC 商机便捷进入 CPQ 并回写结果"。实现上优先采用单点登录；**嵌入不可用时，允许受控的新页面跳转**，并在跳转过程中保持商机上下文，使销售人员在 CPQ 内仍能知道当前服务于哪一条商机。

设计约束

iframe 嵌入是可选的呈现方式，不是集成的先决条件。任何进入方式都必须经过 CPQ 自身的身份与商机权限校验，而不是依赖嵌入容器传递的身份断言。

8.2 业务交互清单

下表是 CPQ 与外围系统之间约定的八类交互。每一类都写明方向与业务内容，并给出失败与一致性要求——后者是这些接口真正的规格所在：它规定了当网络、对端或数据出现问题时，系统不允许做什么。

ID	方向	业务内容	失败与一致性要求
INT-01	CloudCC → CPQ	进入或新建报价：用户身份、客户 / 商机 ID、组织和必要上下文	CPQ 重新校验身份及商机权限； 禁止信任浏览器传入的价格、角色或客户授权
INT-02	CloudCC → CPQ	首次建立及获准更新：客户名称、联系人、地址、商机、渠道关系	字段冲突按权威源处理；编辑中客户主数据发生变化应提示影响； 不覆盖已批准快照
INT-03	CPQ → CloudCC	关键状态变化：报价 ID、修订、主报价标识、币种、未税 / 税 / 含税总额、有效期、状态及文档引用	回写失败单独显示为待同步； 不得删除 CPQ 已成功保存的报价，也不重复创建商机
INT-04	CPQ → CloudCC	主报价变更：当前主修订与约定金额口径；一次性、周期性及合同总额分开	商机金额只按约定规则更新， 不叠加所有修订或备选方案 ；不得擅自改变商机赢单阶段
INT-05	主数据源 → CPQ	SKU、价格、成本、汇率、税务配置、有效交期与可用性	未通过预检的数据留在待处理区， 不覆盖可用版本
INT-06	资产 / 许可源 → CPQ	设备、模块、服务与许可权益及其来源时间	权益不可用时允许保存草稿或走授权核验； 不自动产出零基础报价
INT-07	CPQ → ERP / 订单承接方	已批准修订、销售 BOM、编码映射、税价、付款、交付、技术附件及接受依据	成功以外部受理回执为准；超时先查状态再重试， 不能推断失败后另建一单
INT-08	ERP / 承接方 → CPQ → CloudCC	外部订单号、受理或拒绝原因、交接结果	重复或乱序结果 不得回退新状态 ；订单后续履约不变成 CPQ 的管理范围

这八类交互的共同点是：CPQ 对"已保存的业务事实"保持保守态度。回写失败、回执超时、结果乱序，都不允许反向破坏 CPQ 内已经成立的报价与版本；需要人工介入时，系统给出明确的待同步标记，而不是静默重试或静默丢弃。

8.3 外部系统连接契约

八类业务交互落到技术上，统一由一套出站连接契约承载。这套契约是本项目自有的实现，不是 CloudCC、某个 ERP 或电子签厂商的官方 API 说明。

连接类别与环境

类别	用途	环境	说明
cloudcc	商机与报价出站	local / sandbox / production	local 仅本机验证，无外部业务副作用
erp	拆分订单出站		sandbox 与 production 发出真实 HTTPS JSON POST
esign	客户 PDF 出站与签署回执		需企业内网服务时须显式启用内网访问

出站请求约束

出站请求的边界被刻意收紧。任何一条约束的存在理由，都是"不要让一次报价动作变成一次不可控的外网行为"。

协议与出站头	HTTPS JSON POST + Idempotency-Key
幂等键绑定范围	连接类别 + 环境 + 报价 ID/版本 + 拆单 ID
超时可设范围	1 ~ 30 秒
响应体上限	1 MiB
网络行为	校证书、固定 DNS 解析、不跟随重定向、不使用系统代理
地址禁止项	本机、链路本地、云元数据地址
认证方式	无认证 / Bearer / API Key / 自定义 API Key 头 / OAuth2 client credentials
凭据来源	OAuth2 凭据从服务器环境变量读取

字段映射与可映射源字段

字段映射的目的是让对端系统不必理解 CPQ 的内部结构。映射目标为最多四层的点分路径（例如 data.quoteNumber），不支持数组下标、表达式或脚本。这条限制是刻意的：映射一旦具备脚本能力，就会变成另一套难以审计的业务逻辑。

来源	可映射字段	数量
request	id	1
quote	id、number、version、customer、currency、opportunityId、net、tax、gross、lines	10
order (ERP)	id、number、productLine、net、tax、gross、lines	7
document (电子签)	base64、filename、sha256、mimeType	4
行映射	sku、description、quantity、net、tax、gross、taxRate、configurationId	8

共 22 个可映射源字段。行金额来自已批准的计算结果，不输出成本。电子签文档使用客户视图生成 PDF，隐藏内部 BOM 明细。

三类连接各有前置条件：CloudCC 需存在商机引用；ERP 需存在确认后的拆分订单；电子签需报价已批准或已确认订单。前置条件不满足时，任务不会被创建。

状态机与重试

连接任务的状态机共 11 态，其中终态为 succeeded / rejected / signed / declined。

状态	含义与处理	类别
queued	未发送，可重新生成以采用当前映射	初始
sending	已认领发送；租约内阻止第二次发送	进行中
local_validated	仅本机契约验证，没有外部业务副作用	本机
accepted	外部已接收，等待最终回执；不能重复发送	进行中
succeeded	CloudCC / ERP 确认处理完成	终态
signed	电子签签署完成，须有明确签署回执	终态
declined	电子签拒签，须有明确签署回执	终态
rejected	接收方明确业务拒绝	终态
failed	非 408 / 429 的 HTTP 4xx；可核对凭据及接收记录后重试	可重试
uncertain	超时、5xx、408 / 429 或无法解析有效确认；先核对外部记录，再以相同幂等键重试	可重试

状态机共 11 态；终态为 succeeded / rejected / signed / declined，迟到事件不能覆盖终态。电子签的 succeeded 统一视为 accepted，只有明确的 signed 才算签署完成。

重试采用指数退避，等待时间最多 300 秒，任务最多发送 10 次。目前的重试是管理员显式触发的；系统没有自动轮询厂商状态，也没有自动定时重发。这一取舍基于一个判断：在外部订单这类动作上，"自动重试直到成功"比"明确告诉人这里需要确认"更危险。

回执签名

回调地址为当前租户对应域名的 `POST /api/connections/receipt`。请求头 `X-CPQ-Signature` 为规范化 JSON 的 HMAC-SHA256 十六进制摘要，规范化方式为 `sort_keys` 与 `separators=(' ', ':')`，密钥取自配置的回调密钥环境变量。时间戳允许与服务器相差不超过 300 秒。

边界

回调身份由签名验证，不接受仅凭管理员 Cookie 的未签名回执。重复事件内容相同时返回重复标记，内容变化会被拒绝；不接受不匹配的连接、外部编号或未发送的任务。连接只证明请求与回执的交互，业务接收方仍须自行保证幂等——连接方必须支持幂等键，否则不能承诺只执行一次。

8.4 邮件通知与回复审批

审批流程的可用性取决于通知是否可靠。邮件通道的设计重点因此不是"能发信"，而是"发不出去时，人仍能知道有件事在等他"。

配置项	取值或说明
mode	local（不外发，生成可下载 EML）或 live（经 SMTP 外发）
host / port / username / sender	SMTP 服务器与发件身份
tls	ssl 或 starttls
passwordEnv	SMTP 密码的环境变量名；数据库不保存密码明文

配置项	取值或说明
<code>inboundTokenEnv</code>	可信入站网关令牌的环境变量名
模板类型	审批待办、状态通知、催办（共 3 类）

审批提交、通过、退回、撤回与订单确认时写入持久任务，并可下载对应的 EML 文件。打开邮件中的链接本身不执行审批——这一点是明确的：任何链接都不应成为一次不可撤销的业务动作。

入站邮件接口使用 Bearer 入站网关令牌鉴权。回复正文的第一行必须明确为 `Approve` 或 `Reject`，后续行可携带最多 4,000 字符的意见。服务端校验四项条件：绑定审批账号已启用且获授权、发件人匹配、**令牌未使用且在 7 天内**、报价版本与当前审批节点一致。

边界

SMTP 的 SSL 与 STARTTLS 两个传输分支已通过测试替身校验；**实际邮件服务与入站网关尚未提供，未完成外部端到端的邮件验收。**转发正文中出现的 `Approve` 不会被当作批准。

8.5 BML 函数库

复杂工业设备的定价与配置逻辑，最终总要落到一段可执行的表达式上。BML 的任务是为这段逻辑提供受限、可审计、可剖析的执行环境，而不是提供一门通用脚本语言。

类别	数量	代表函数
数学	20	<code>acos</code> 、 <code>cos</code> 、 <code>exp</code> 、 <code>ln</code> 、 <code>log</code> 、 <code>pow</code> 、 <code>sin</code> 、 <code>tan</code> 、 <code>integer</code> 、 <code>fabs</code> 、 <code>ceil</code> 、 <code>round</code> 、 <code>sqrt</code>
字符串	20	<code>substring</code> 、 <code>split</code> 、 <code>join</code> 、 <code>replace</code> 、 <code>find</code> 、 <code>trim</code> 、 <code>lower</code> 、 <code>upper</code> 、 <code>len</code> 、 <code>isnumber</code> 、 <code>formatascurrency</code> 、 <code>getcurrenncyvalue</code>
JSON	16	<code>json</code> 、 <code>jsonarray</code> 、 <code>jsonget</code> 、 <code>jsonput</code> 、 <code>jsonremove</code> 、 <code>jsonkeys</code> 、 <code>jsoncopy</code> 、 <code>jsontostr</code> 、 <code>jsonarrayappend</code> 、 <code>jsonarraysize</code>
日期	12	<code>adddays</code> 、 <code>addmonths</code> 、 <code>comparedates</code> 、 <code>datetostr</code> 、 <code>getdiffindays</code> 、 <code>getcurrenttimeinmillis</code> 、 <code>isleap</code> 、 <code>isweekend</code> 、 <code>strtojavadata</code>
数组	11	<code>range</code> 、 <code>sizeofarray</code> 、 <code>isempty</code> 、 <code>bytearray</code> 、 <code>min</code> 、 <code>max</code> 、 <code>findinarray</code> 、 <code>append</code> 、 <code>remove</code> 、 <code>reverse</code> 、 <code>sort</code>
数据查询	6	<code>bmql</code> 、 <code>recordset</code> 、 <code>hasError</code> 、 <code>getMessage</code> 、 <code>getInt</code> 、 <code>getFloat</code>
字典	6	<code>dict</code> 、 <code>put</code> 、 <code>get</code> 、 <code>containskey</code> 、 <code>keys</code> 、 <code>values</code>
JSON Path	5	<code>jsonpathcheck</code> 、 <code>jsonpathgetmultiple</code> 、 <code>jsonpathgetsingl</code> 、 <code>jsonpathremove</code> 、 <code>jsonpathset</code>
其他函数	4	<code>stringbuilder</code> 、 <code>sbappend</code> 、 <code>sbtostring</code> 、 <code>throwerror</code>
URL Access	4	<code>makeurlparam</code> 、 <code>urldata</code> 、 <code>urldatabyget</code> 、 <code>urldatabypost</code>
合计 109 个内置函数，分属 12 类。		

类别	数量	代表函数
XML	4	readxmlsingle、readxmlmultiple、applytemplate、transformxml
Commerce	1	setattributevalue
合计 109 个内置函数，分属 12 类。		

库容量与语言子集

库容量上限	200 项函数
单函数参数上限	30 个
局部变量上限	200 个
类型系统	Array / Dictionary / Record / RecordSet / NumericKey / 字节数组
语言子集	变量、赋值、if/elif/else、for、return、break/continue、字面量

执行受隔离预算（Budget）约束，并配套性能剖析（Profiler）：可观测阶段耗时，以及函数调用、循环、查询、HTTP 与 JSON 调用的计数和热点。这意味着一段 BML 慢在哪里，是可以被指出来的，而不只是"感觉卡"。

同步 HTTP 访问在 BML 内可用，但 HTTPS JSON POST 之外的受限外网访问需要显式配置允许的地址与方法。同时提供条件转 BML 的转换工具，便于把界面上配置的条件表达式落成脚本。

说明

BML 采用解析树解释执行，不执行 Python 或 JavaScript，不访问文件、网络与进程；未实现的函数与语法会明确报错，不静默忽略或伪造返回值。

8.6 CLI 与 MCP

把定制界面的能力交给外部 Agent，前提是权限与校验仍然发生在服务端。CLI 与 MCP 不是一套旁路通道，它们调用的是与浏览器相同的业务 HTTP 接口。

当前登记 **242 个操作**，覆盖 **48 个前缀域**（2026-09-26 的验收口径为 226 个操作）。域分布的前列如下：

域	操作数	域	操作数	域	操作数
platform	20	connections	9	catalog	7
price-center	16	commerce	8	quotes	7
ai	13	business	8	me	7
reports	12	portal	10	tenant	10
上表为操作数最多的 12 个域；48 个域合计 242 个登记操作。					

MCP 工具与资源

工具	用途
<code>cpq_list_operations</code>	按中英文关键字检索并分页浏览操作目录
<code>cpq_describe_operation</code>	读取指定操作的参数契约
<code>cpq_read</code>	执行已登记的读取、试算与预览
<code>cpq_call</code>	按操作 ID 执行任意当前业务操作
<code>cpq_request</code>	调用同一 CPQ 源下的其他 <code>/api/</code> 路由
<code>cpq_ui_get</code>	读取产品配置页与报价页定义
<code>cpq_ui_save</code>	保存草稿（不改变销售端）
<code>cpq_ui_preview</code>	用真实业务数据预览
<code>cpq_ui_publish</code>	显式发布

调用指南

[cpq://guide](#)

界面语义

[cpq://interfaces](#)

接口契约

[cpq://openapi](#)

单操作详情模板

[cpq://operations/{operation}](#)

每个操作都带有参数的 JSON Schema 与 `VERSION` 乐观锁字段；目录中包含 36 个只读 POST 契约。保存与发布必须携带读取到的版本，冲突时返回既有错误，不会自动发布或替换历史报价快照。

外部 Agent 定制界面的路径

- 1

读取

用 `cpq_ui_get` 取得配置页或报价页的当前定义与版本。
- 2

保存草稿

修改后用 `cpq_ui_save` 保存；草稿不改变销售端。
- 3

真实业务预览

用 `cpq_ui_preview` 以真实报价与账号预览，取得校验结果。
- 4

显式发布

仅在用户明确请求时调用 `cpq_ui_publish`。

这条路径沿用账号权限、产品线、角色、金额隐藏、企业隔离与版本冲突检查。**界面配置不能提升字段或动作权限——这些仍由商务规则和账号权限决定。**

运行环境、认证与会话

CLI 依赖	仅 Python 3.11+ 标准库，零运行依赖
MCP 依赖	官方 MCP Python SDK 2.2.0（可选 extra）
只读模式	CPQ_READ_ONLY=1
退出码	0 / 2（输入或文件） / 3（401、403） / 4（业务或 HTTP） / 5（网络）
本地编码文件上限	20 MiB
HTTP 请求 / 响应上限	30 MiB / 128 MiB
会话文件	~/.config/cloudcc-cpq/sessions/，按完整服务源地址摘要分文件，权限 0600

接入方式为 `./cpq mcp config --client codex|workbuddy`；使用时先执行 `cpq auth login --user`，再用 `cpq operations list` 发现可用操作。密码由交互提示读取，`--password-stdin` 供凭据管理器注入，**不提供明文 `--password` 参数。**

边界与身份提示

注入会话仍遵守服务端到期与撤权机制，**不是永不过期的 API Key**。标准 MCP 协议已实测，**WorkBuddy 应用内交互未实测**；本次未把业务账号凭据写入客户端配置文件，也不提供公网 MCP 监听端口或永久服务令牌。写请求不自动重试；超时后应先查询对象、任务或审计，确认是否已完成。

8.7 报告与分析

报价数据的分析价值，取决于它能否被同一套权限约束住。报告能力因此与报价权限、列权限和金额权限共享同一套校验，而不是在数据导出环节另开一道口子。

维度	支持范围
图表类型	柱图 bar、横向条图 horizontal、折线 line、饼图 pie、仪表盘 gauge（共 5 类）
图表布局	ungrouped / grouped / stacked（3 种，柱 / 条 / 折线适用）
内置字段	21 个（14 个基础列 + 7 个金额列）
分析能力	权限感知、分组、聚合、计算列、保存报告、定时调度
导出格式	XLSX / CSV

容量边界：超出时明确提示，不静默截断

场景	单次上限	超出时的行为
普通报表单次导出	500,000 行	返回明确错误，提示按日期或产品线分批导出
复杂内置报表	200,000 行	返回明确错误，提示缩小日期或筛选范围
含动态商务字段的报表	5,000 份报价	返回明确错误，提示按日期、负责人或产品线缩小范围

三条限制的共同口径：**超出时明确提示，不静默截断。**

8.8 真实联调状态

这一节是本白皮书中最需要如实书写的一节。下表逐系统列出当前状态与欠缺的部分；凡标注"未实连"的，均不得以"已对接""已完成"表述。

系统	当前状态	还缺什么
CloudCC 未实连	已确认客户为 CloudCC One 中国区，组织 org0720f814430017229；组织网关发现返回 HTTP 200 与 https://ap6.apis.cloudcc.cn/lightningapi	连接应用的 clientId / secretKey 未配置；API 认证与会话验证未执行；CRM 业务写入未执行
ERP 本机验证	仅通过本机 HTTP 接收器验证报文、字段映射、幂等请求与响应回执；任务标记为 local_validated 且 externalDelivery: false	真实 ERP 未实连；系统名称与版本、测试与生产地址、字段与必填规则、错误码、回调与幂等保留周期仍待确认
电子签 契约已实现	客户 PDF 出站与状态回执契约已实现	无内置特定厂商的签署人身份认证、短信、签章或多步骤信封流程；无真实厂商联调
邮件 替身校验	SMTP 的 SSL 与 STARTTLS 两个分支通过测试替身校验；可生成并下载 EML	实际邮件服务与入站网关尚未提供，未完成外部端到端验收
共享文件 (S3) 仿真验证	协议层用 Moto 仿真验证 put / get、跨进程冷缓存、租户隔离与生成物清理	实际对象存储厂商仍须联调

诚实声明

上表没有任何一项构成"已接通"的结论。CloudCC 只完成到组织网关发现；ERP 与电子签只完成到本机契约；邮件与对象存储只完成到分支与协议仿真。连接方必须支持幂等键，否则不能承诺只执行一次；即便连接完成，业务接收方的幂等保证也仍由对方系统承担。

CHAPTER 09

技术架构与部署

架构选择本身不重要，重要的是它让"改一条规则"和"加一台机器"都不需要重写系统。

本章描述的是一个刻意保持简单的运行时：一个模块化单体、一个关系型数据库、一个共享文件层、一个网关。没有消息队列，没有缓存中间件，没有容器编排平台。这不是技术保守，而是对运维现实的回应——一套要在中国区企业内部长期运行的报价系统，其可用性首先取决于有多少个可能出故障的部件。

9.1 技术栈

每一层的选型都在回答同一个问题：这一层能否在不重写上层业务的前提下被替换或扩容。

层	选型	说明
前端	React 19.3 + Vite 6.4	唯一运行时依赖为 <code>lucide-react</code> ；无 UI 组件库、无 TypeScript、无 Redux / Zustand；状态来自服务端响应
后端	Python 3.12 模块化单体	185 个 <code>.py</code> 文件 / 22,089 行；生产为 FastAPI + Uvicorn，单机模式使用标准库 HTTP
存储 (单机)	SQLite	业务库 <code>data/cpq.sqlite3</code> 与控制库 <code>data/control.sqlite3</code> 分离
存储 (生产)	PostgreSQL 17 (强制)	未设置 <code>CPQ_DATABASE_URL</code> 时， <code>CPQ_ENV=production</code> 启动失败
文件层	<code>blob_store</code> ：本地共享卷或 S3 兼容	对象键 <code>CPQ_S3_PREFIX/{tenant}/{key}</code> ；内容寻址读缓存
后台任务	<code>job_queue</code> + 独立 Worker 子进程	数据库原子认领 <code>SKIP LOCKED</code> ，租约 180 秒，每 10 秒续租，最多重试 3 次
网关	Nginx 1.30.5	<code>least_conn</code> 、 <code>keepalive 32</code> 、 <code>gzip</code> 、 <code>client_max_body_size 30m</code> ；upstream 使用 <code>resolve</code> 与 <code>resolver 127.0.0.11 valid=10s</code> 热解析

数据库共 38 张表、23 个索引。与性能直接相关的索引包括 `quotes_owner_identity`、`quotes_updated`、`quotes_owner`、`quotes_scope`、`quotes_number`、`products_model`、`products_sku`、`lines_sku`、`grants_user`、`background_ready`。

文件清理的边界

`blob_store` 的清理 (`prune`) 只作用于 `jobs/` 与 `previews/` 两个前缀，即只删除可重新生成的产物。绝不删除原始图片、资料、报价与审计记录。

后台任务的执行语义

认领方式	数据库原子认领， SKIP LOCKED
租约 / 续租 / 重试	180 秒 / 每 10 秒 / 最多 3 次
长任务	独立子进程，默认超时 120 秒 ，超时 terminate → kill 并明确失败
旧进程约束	失去租约的旧进程不能覆盖新结果
去重键	相同 用户 + requestId + 参数 (UNIQUE(actor, request_key))

中间件依赖

本系统不依赖 **Redis**、**Kafka** 或 **Kubernetes**。队列由数据库表承担，缓存由进程内预算承担，部署由容器编排文件承担。

9.2 进程模型与端口

同一个镜像在不同端口上承担不同职责，端口的划分反映了部署形态的划分。

端口	用途
8765	单机 / 原工作空间 HTTP: 销售端 <code>/sales</code> 、管理端 <code>/admin</code> 、自助门户 <code>/portal</code>
8766	多租户 SaaS: <code>/workspaces</code> (我的企业)、 <code>/platform</code> (平台运营); 企业入口 <code><企业地址>.localhost:8766</code>
5173	Vite dev server (开发时使用, <code>/api</code> 代理到 8765)
8000	容器内 API (不对外暴露)
443	Nginx HTTPS 网关 (生产唯一公开入口)

生产拓扑



浏览器经 HTTPS 网关进入；网关之后是**两个无状态的 API 容器**，每容器运行两个 **Uvicorn** 进程；独立 **Worker** 与**报表调度器**各自连接数据库；三者共享同一套文件存储。API 无状态意味着增加副本不需要额外的会话同步机制，Worker 独立意味着文档生成等长任务不会占用在线请求的处理名额。

9.3 三种部署形态

三种形态使用同一份镜像，差异只在配置与编排。

形态一：单机 / 开发模式

使用 SQLite，通过启动脚本（启动CPQ.command）运行，后台任务同步执行。这一形态面向开发、演示与个人工作场景，不承担并发与可用性保证。

形态二：企业独立部署（生产）

使用 `deploy/compose.yml` 的 Docker Compose 编排：API × 2 + Worker + Scheduler + PostgreSQL 17 + Nginx，网关只开放 443。

组件	配置
PostgreSQL	<code>postgres:17-alpine ; max_connections=100 、 shared_buffers=256MB</code>
API	<code>×2; uvicorn --workers 2 --timeout-keep-alive 30 --proxy-headers ; CPQ_DB_POOL_SIZE=8 、 CPQ_CONTROL_POOL_SIZE=4 、 CPQ_REQUEST_CONCURRENCY=32</code>
Worker / Scheduler	连接池 4 / 2
网关	只开放 443
连接预算	48 (API) + 18 (Worker / 调度器) = 66 < 100

形态三：多租户 SaaS

使用 `deploy/saas-compose.yml` 。每 API 实例最多 10 个租户池 × 2 连接，平台池 4，`CPQ_REQUEST_CONCURRENCY=16` 。角色分离：集群管理员、迁移角色、平台 DML 角色、开通角色，**API 生产启动拒绝开通凭据**。

首期规模基线约 **100 家企业**；PostgreSQL 17 上已验证 100 家企业由持久开通任务创建。

额度项	免费版	专业版
内部成员	3	20
门户成员	20	200
目录产品	200	5,000
月新建报价	100	2,000
月文档生成	100	2,000
持久存储	1 GiB	20 GiB
并发后台任务	1	2
排队任务	20	100
每分钟 API 请求	600	3,000

额度数值为产品建议值，正式价格、付款渠道与开票规则另行确定；不能把测试价目中的数字当作 SaaS 套餐价格。

9.4 容器与安全基线

安全基线的写法遵循一个原则：能写进构建与编排文件的约束，就不依赖运行时的自觉。

镜像构建

项	做法
构建阶段	两阶段： <code>node:22-bookworm-slim</code> → <code>python:3.12-slim-bookworm</code>
中文字体	安装 <code>fonts-wqy-microhei</code> ，供中文 PDF 生成使用
依赖安装	<code>pip install --require-hashes -r requirements.lock</code> （85 KB 锁定文件）

项	做法
预编译	构建期执行 <code>python -m compileall</code> ；消除运行时重复编译开销
运行用户	USER <code>cpq</code> ，uid 10001，非 root

编排与运行时

项	配置
权限收敛	<code>no-new-privileges:true</code> 、 <code>cap_drop: [ALL]</code>
进程与资源	<code>init: true</code> 、 <code>mem_limit 2g</code> 、 <code>stop_grace_period 30s</code>
应用数据库角色	<code>cpq</code> 为 <code>NOSUPERUSER NOCREATEDB NOCREATEROLE</code>
默认权限回收	<code>REVOKE ALL ON DATABASE ... FROM PUBLIC</code> ； <code>REVOKE CREATE ON SCHEMA public</code>
密码分离	管理员密码与应用密码必须是不同的随机值； 不把管理员密码注入 API / Worker
首次管理员	<code>POST /api/auth/setup</code> + <code>X-CPQ-Setup-Token</code> ；成功后移除 Token 并重建 API 容器； 不提供默认生产账号或密码

网关与入口

项	配置
网关日志	只记录 <code>\$remote_addr "\$method \$uri" \$status \$request_time</code> ； 不记录 Cookie、密码与请求体
上游重试	<code>proxy_next_upstream error timeout</code> （写请求失败不重放）
传输与 Cookie	TLS 1.2 / 1.3；Cookie 为 <code>host-only + Secure + HttpOnly</code> + <code>__Host-</code> 前缀
来源与主机	CSRF 与来源检查； <code>TrustedHostMiddleware</code>
监控端点	<code>/metrics</code> 需 Bearer Token，未授权返回 404
请求体上限	30 MiB
过载行为	入口最多等待 0.5 秒取得处理名额，超载返回 503 + <code>Retry-After</code>

9.5 权限、加密与审计

权限模型的正确性不在于能授予什么，而在于未授予时能确定地剔除什么。本节所有"隐藏"都发生在服务端响应构造阶段。

系统角色（重要纠偏）

系统只有 **4 种角色**：

角色	代码	能力
运营管理员	<code>admin</code>	管理端全部维护；可见全部报价；可调整报价所有人； 启用账号后也不能冒充其他审批人
销售	<code>sales</code>	在获授权产品线内选配与新建报价；编辑自己的草稿或退回报价；克隆可见报价
审批人	<code>approver</code>	查看归属本人、下属、共享或指派的报价； 仅处理当前绑定节点
COS	<code>cos</code>	查看可见范围报价； 确认已批准且有效的订单并锁定

纠偏

"配置管理员""价格管理员""应用工程师"**不是系统角色**。这些维护能力是通过给用户授权管理端菜单实现的；普通业务账号进入管理端会显示"此账号没有管理端权限"。

细粒度开关

开关	作用与约束
产品线访问 productLines	未授权产品线时，filter_catalog() 按授权裁剪 models / sections / products / families，并剥离 configurationRules、bomMappings、bmlFunctions 等内部定义
三类审批授权	discount（折扣 / 商务）、adhoc（Ad-hoc 技术）、special（特殊零件）； 按产品线分别勾选
成本毛利查看授权	未授权时由后端移除字段， 不是前端隐藏
组织上级可见	可查看下属报价； 共享为只读，不放宽产品线权限

报价维度的权限由 quote_grants（含起止日期与 pending 标记）、quote_scope、quote_approval_access 三张表承载。**撤权在下次请求立即生效**，不跨请求缓存权限。

隐藏毛利由 hide_margin() 执行：非管理员且未获授权时，**从递归 JSON 响应中剔除** cost、margin、marginPercent、totalCost、transferPrice，并对 pricingSnapshot 剔除 matrices 与 agreements。

多租户平台角色

角色	能力
管理员	平台级配置与运营
运营专员	租户生命周期与日常运营操作
套餐管理员	套餐、额度与权益调整
客户支持	受限的支持访问（见下）
审计员	元数据与审计读取， 成员邮箱脱敏

平台角色没有默认业务报价入口。支持人员须填写工单与原因，经企业管理员批准后获得 1 小时只读窗口，且仅返回最近 25 份报价的摘要；申请、批准、读取与撤销全部审计，**不提供静默冒充企业成员。**

加密与审计

凭据加密	AES-GCM ，密文绑定企业与凭据标识
平台主密钥	CPQ_PLATFORM_KEY ，32 随机字节 URL-safe Base64 ，须与备份独立保管
SMTP 密码	数据库不保存明文，只存环境变量名
私钥	绝不上传
审计表	audit / errors / saas_audit

业务人员不得编辑或删除审计证据。审计不是可选的运维附件，而是报价可追溯性的组成部分。

9.6 多租户隔离

多租户隔离的第一条规则是：**租户由可信 Host 映射（CPQ_TENANT_HOSTS）决定，请求参数不能选择租户**。每次借出连接都使用事务范围内的 `search_path`，归还后不残留租户状态。

隔离维度	做法
租户路由	可信 Host 映射；请求参数不参与租户选择
数据访问	事务范围内 <code>search_path</code> ；归还后不残留租户状态
会话、账号、报价、后台任务、缓存、文件	分别隔离，各自带租户标识
SaaS 数据库布局	每企业独立 main / control schema + 专属 DML 运行角色
PostgreSQL 17 实测	运行角色跨 schema 的读取、写入、建 schema、建角色均被拒绝

边界

租户隔离由应用请求上下文实施，未使用 PostgreSQL RLS；共享应用数据库角色仍可访问其拥有的所有租户 schema，系统不向租户提供数据库账号。合同要求数据库级隔离的客户，须使用**独立数据库 + 独立应用实例**。此外，未实现自助开通与 SaaS 计费。

9.7 国产化与数据跨境：尚无结论

尚无结论

本项目仓库中不存在任何国产化、信创、数据跨境或数据出境的验证结论。本节不提供任何兼容性判断，也不得被引用为任何形式的符合性声明。

需要区分两件不同的事："产品原产地 / 国产化证明"与"CPQ 软件的能力替代"。产品原产地、制造地、品牌与本地服务能力应当分别维护，**不因某一项成立而自动声称整个组合方案的性质**。

对于具体的国产操作系统、数据库、CPU、算法或"全栈"清单要求，需在产品环境中逐个确认后方可加入验收；**不得从现有文档推导任何兼容结论**。本章前面各节所述的运行环境（模块化单体、标准 PostgreSQL 17、S3 兼容对象存储）只是当前的工程事实，不构成对任何特定软硬件目录的适配声明。

数据流向也需要分开定义，而不宜笼统判断。与全球总部的目录同步、价格输入，以及中国区报价与客户数据的输出，是三条不同的路径：**不能笼统认定所有报价数据禁止出境，也不能认定全部可直接出境**。相关路径须由客户按自身的数据分类及适用义务评估确定。

就本产品自身而言，可以支撑的事实仅限以下几项，且它们只是工程属性，不是任何目录或认证的结论：

- 模块化单体架构；
- 不依赖 Redis / Kafka / Kubernetes；
- 依赖全部哈希锁定（`requirements.lock`，85 KB）；
- 可对接 S3 兼容对象存储；
- 使用标准 PostgreSQL 17。

CHAPTER 10

性能与质量

工业用户不关心平均值，只关心"我手上这份最难的单子会不会卡住"，以及"卡住时它会不会告诉我为什么"。

本章所有数字均来自 2026-09-25 的一次本机合成负载实测，测量条件在 10.1 节完整列出，任何引用都应连同条件一并给出。这些数字用于说明系统在给定条件下的行为，**不构成本机测试之外的生产服务等级承诺。**

10.1 先看测量条件

脱离条件的性能数字没有意义。下表是本次测量的全部前置条件，后续各节的数字都应在此条件下理解。

项	值
数据规模	合成租户 perf-capacity-v2： 50,000 产品 / 50,000 报价 / 1,005,950 明细行 ；另加项目现有 CMM Excel 数据与规则、20 个合成产品方案、50,000 条区域价目
行规模分布	20 行占 49,985 份；50 / 200 / 1,000 行各 5 份
宿主机	MacBookPro16,2，Intel x86_64， 8 逻辑 CPU，16 GiB ，macOS 14.8.3
运行时	Docker Linux，Linux 6.12.5-linuxkit，Python 3.12.14、PostgreSQL 17.11、Nginx 1.30.5；Docker 分配约 8 GiB
进程配置	2 个 API 容器 × 2 Uvicorn 进程；业务池 8 / 身份池 4；单进程请求并发上限 32；1 Worker + 1 Scheduler（4 / 2 池）
用户	300 个独立账号 （1 管理员 + 299 销售），独立连接池，已登录会话
负载曲线	前 1,800 秒平均思考 10 秒，后 1,800 秒 5 秒
测量口径	浏览器之外的真实 HTTPS API 请求 ，经 Nginx 网关并验证测试 CA；计时含 HTTPS + 读取 JSON + 语义校验错误率

10.2 一小时持续压测

3,600.24 s 持续时长	170,327 请求总数	47.31 req/s 平均吞吐	231.84 ms P95	0.00235% 错误率
---------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	------------------------

在一小时的持续负载下，P50 为 40.59 ms，P95 为 231.84 ms，P99 为 1,191.62 ms；共 4 次 503，错误率 0.00235%。

阶段	请求数	错误	P50	P95	P99
前 30 分钟（思考 10 s）	57,594	0	36.12 ms	166.82 ms	505.49 ms
后 30 分钟（思考 5 s）	112,733	4	43.71 ms	274.23 ms	1,540.02 ms
300 是带思考时间的活跃用户数，不等于每秒 300 请求或 300 并发。					

4 次 503 集中在第 37 分钟（初始化 1 次、详情 2 次、列表 1 次），均返回明确的"服务繁忙"与 Retry-After；此后 23 分钟无新增错误。这个分布说明的是过载保护在工作：系统在压力下以明确的方式拒绝少数请求，而不是让全部请求一起变慢或超时。

10.3 分操作延迟

整体分位数掩盖了操作之间的差异。对使用者而言，有意义的是"我做这个动作要等多久"。

操作	请求数	P50	P95	P99	服务端 P95
报价列表	55,637	36.17 ms	189.54 ms	1,138.87 ms	159.98 ms
报价详情	43,166	31.24 ms	176.85 ms	892.87 ms	142.50 ms
初始化 bootstrap	15,872	69.36 ms	335.78 ms	2,125.88 ms	300.84 ms
首页统计	15,781	38.24 ms	199.70 ms	1,138.75 ms	169.86 ms
产品分页	16,010	31.06 ms	166.96 ms	938.51 ms	133.90 ms
选配联动	12,619	96.57 ms	388.01 ms	1,629.78 ms	355.27 ms
保存报价	8,040	72.53 ms	443.52 ms	1,706.18 ms	396.15 ms
报价重算	3,202	28.27 ms	155.30 ms	713.85 ms	115.07 ms

选配联动是最重的操作：P95 388.01 ms、P99 1,629.78 ms。这一结果符合预期——每一次选择变化都需要重新求值规则、BOM 与价格，是系统内计算密度最高的交互。保存报价的 P95（443.52 ms）高于选配联动，但请求数仅为后者的六成左右。

10.4 大报价（按明细行）

工业设备的真实难点在长单。按明细行分档观察保存与重算的延迟，是判断"最难的单子会不会卡住"的直接依据。

明细行	保存 P95	保存 P99	重算 P95	重算 P99
20	325.76 ms	1,415.04 ms	130.85 ms	713.85 ms
50	354.69 ms	1,187.00 ms	70.06 ms	153.98 ms
200	799.09 ms	3,232.91 ms	147.10 ms	306.39 ms

明细行	保存 P95	保存 P99	重算 P95	重算 P99
1,000	1,758.08 ms	6,975.73 ms	306.76 ms	391.17 ms

docs/performance/acceptance-summary.json 中 22 项阈值全部 passed。阈值口径为逐项比对"实测值 — 比较运算符 — 限值"，覆盖持续时长、系统错误率、四类搜索 P95、四类明细行的保存与重算 P95、四类 PDF 的 P95，以及高峰段追加的普通 PDF P95。典型限值如下：

检查项	实测	运算符	限值	单位
持续负载时长	3,600.24	≥	3,600	秒
系统错误率	0.00235%	<	0.1%	比例
选配 P95 / P99	388.01 / 1,629.78	≤	1,000 / 3,000	ms
保存 20 / 50 / 200 / 1,000 行 P95	325.76 / 354.69 / 799.09 / 1,758.08	≤	2,000	ms
重算 20 / 50 / 200 / 1,000 行 P95	130.85 / 70.06 / 147.10 / 306.76	≤	3,000 / 3,000 / 3,000 / 10,000	ms
PDF 20 / 50 / 200 / 1,000 行 P95	5.899 / 4.320 / 8.923 / 11.668	≤	10 / 10 / 10 / 60	秒
四类搜索 P95	877.06 / 814.20 / 796.74 / 911.44	≤	1,000	ms
高峰段追加 PDF P95	4.251	≤	10	秒
22 项全部 passed；另含压测后一致性核对与容器替换验证两项附加结论，均为通过。				

10.5 文档生成

文档生成是后台任务，其耗时包含入队、排队、轮询与下载四个环节。本次测量与 300 用户在线负载同时进行，因此表中数字是"系统在忙的时候出一份 PDF 要多久"，而不是空系统中的理想值。

报价行	PDF 页数	样本	P50	P95	最大
20	2	20	3.133 s	5.899 s	6.840 s
50	3	10	3.796 s	4.320 s	4.954 s
200	10	10	4.034 s	8.923 s	10.817 s
1,000	44	5	5.910 s	11.668 s	13.009 s

计时含入队 → 排队 → 轮询 → 下载；与 300 用户在线负载同时进行。

- 50,000 行 XLSX：含入队、等待与下载共 27.191 秒，909,204 字节。
- 高峰段追加 80 次 20 行 PDF：P50 3.502 s、P95 4.251 s、最大 4.482 s。两段合计 125 次 PDF，所有样本保留。
- 单个 Worker 顺序生成；未测 300 人同时批量生成 PDF。

10.6 全量关键词搜索

搜索发生在高峰期间，每类使用 50 个关键词，对全量数据（50,000 产品与 50,000 报价）执行。

搜索	P50	P95	P99	最大
全目录 SKU	208.62 ms	877.06 ms	1,500.85 ms	1,968.90 ms
全目录产品名称	186.75 ms	814.20 ms	1,836.36 ms	1,915.15 ms
全报价编号	249.74 ms	796.74 ms	1,955.89 ms	2,800.47 ms
全报价客户名称	233.88 ms	911.44 ms	1,242.72 ms	1,314.94 ms

10.7 资源占用与稳定性

资源采样共 159 个有效样本。宿主 CPU 平均 **50.42%**，最高采样 86.3%；最低可用内存 **5,525 MiB**；应用连接最多观测 **52 个**；最老事务 0.876 秒；**死锁 0**；无容器重启或 OOM。

容器	最高采样内存	最后采样内存
API 1（两进程）	674.10 MiB	658.00 MiB
API 2（两进程）	669.20 MiB	644.70 MiB
Worker	118.80 MiB	30.19 MiB
调度器	39.16 MiB	36.43 MiB
网关	15.83 MiB	14.33 MiB
PostgreSQL	621.40 MiB	603.40 MiB

诚实边界

API 容器内存从初期约 300 MiB 增至末期约 650 MiB。一小时的结果不能证明长期无内存增长；长周期运行下的内存行为需要独立观测。

10.8 其他可用性证据

除吞吐与延迟外，还有几类证据更贴近运维日常：进程能否快速补位、数据是否仍然一致、报表是否可用。

项目	结果
进程冷启动	在线负载期间新建双进程 API 容器，首个进程就绪 6.871 s，双进程全就绪 7.039 s
容器替换	API 1 移除重建，IP 变化后网关容器不变、登录会话持续有效，新实例 0.876 秒后被观测到已处理请求
报表	50,000 行 CSV 入队后 6.658 秒完成；汇总 10.310 秒，金额与数据库一致

项目	结果
数据一致性核对	50,000 报价 + 50,000 摘要索引 + 1,005,950 明细；300 份活跃报价的版本与金额及 10,760 条 明细索引与快照一致
大目录专项	2026-09-27 隔离环境单次观测：520 产品 / 501 行；目录发布 168 ms、报价创建 286 ms、页面打开 523 ms、CSV 导出 79 ms；金额未税 ¥50,100、税额 ¥6,513、含税 ¥56,613

边界

大目录专项是 2026-09-27 在隔离环境的单次观测，不能据此推断生产 P95 或并发上限。

10.9 我们做了哪些优化

以下四项优化是工程能力的证据：它们说明系统具备定位并消除瓶颈的手段。**这些结果不构成任何性能倍数承诺**——优化前的状态不代表任何一版交付给客户的性能，优化后的数字也只在测量条件下成立。

问题	定位与措施	结果
权限查询导致约 12.7% 请求失败，P95 约 12.4 秒	改为索引查询 + 只读价格缓存	消除主要开销，该项失败不再出现
六个代表性操作的仓储调用过重	合并查询与事务边界	SQL 52 → 36 次，事务 26 → 16 次
原 4 / 2 池 + 16 处理名额时 3.22% 请求被过载保护拒绝	调整为 8 / 4 池与 32 处理名额	三分钟高峰复测 11,387 次请求零错误
20 行 PDF 曾 P95 10.301 秒 （超标）	定位为任务子进程重复编译 Python 源码；改为镜像构建期 <code>compileall</code>	P95 达标（5.899 秒）

10.10 测试与质量保障

2026-09-27 执行的全量回归结果如下。测试在系统临时目录建库，读取 `data/source/` 下的原始客户样本，不改写用户运行数据。

范围	结果
后端业务与接口	895 / 895 通过 (271.499 s)
前端逻辑	180 / 180 通过 (1,649.9 ms)
浏览器回归（真实接口，非 mock）	35 / 35 通过 (2.8 分钟)
构建与格式	Prettier 与 Vite 构建通过；8765 / 8766 只读健康检查 HTTP 200

覆盖率

范围	行覆盖	明细
后端总体	94%	2,203 stmts / 130 miss

范围	行覆盖	明细
app.py	90%	主要模块逐项统计
catalog.py	96%	
engine.py	98%	
documents.py	99%	
config_tables.py	100%	
security.py	93%	
SaaS 新增 18 个模块	89%	分支覆盖 83% (1,906 stmts / 210 miss)
CLI / MCP 新增包	90%	与业务接口同源回归

测试资产与覆盖内容

资产	数量
Python 测试文件 tests/*.py	109
JavaScript 测试 tests/*.test.js	45
Playwright spec	19
覆盖内容：288 个组合逐项匹配、1 / 2 / 4 倍 BOM、Decimal 尾差分摊、不可折扣项、导入原子性、审批、版本冲突、订单锁定、文档格式。	

10.11 诚实声明

不将本机测试转换为生产 SLA

本章所有数字均来自本机 Docker 单机环境下的合成负载实测，不构成生产服务等级承诺。

未测的部分：中国办公网络条件下的访问、同时登录突发、SSO、跨地域数据库、真实外围系统的耗时，以及 300 人同时批量生成 PDF。这些都不是"尚未完成"的小项，而是会显著改变结论的条件。

部署形态的边界：Compose 编排是**单主机参考部署**，不宣称主机级高可用。需要跨主机高可用时，应使用受管理的数据库故障切换、独立对象存储与负载均衡。

平台能力的边界：未实现数据库 RLS、自助开通与 SaaS 计费。

恢复目标的性质：**RPO 24 小时 / RTO 4 小时仍是部署演练目标，不是已达成的 SLA**。本次执行过 SQLite → PostgreSQL → dump → 新数据库 restore → 逐表摘要复核的小规模真实恢复，但这不等于真实生产灾备在大数据集上的 RTO / RPO 承诺。

CHAPTER 11

实施路径

先完成价格、规则和数据的责任划分，再批量录入产品。顺序错了，后面每一步都要返工。

11.1 关于 MVP 的定义

本项目的 MVP 指"所选业务范围可完整替换的最小产品"，不是只做一个报价录入表。排期依赖真实规则规模、数据质量和接口条件；下表是阶段安排，不是未经估算的工期承诺。

一条必须遵守的前置条件

产品负责人可维护规则和模板、财务可维护价格政策、运维可处理接口异常，这些是正式交付的一部分。不能让每次改一个价目都依赖开发修改代码。如果这一条做不到，系统上线后会迅速退化成"又一个需要排期的需求池"。

11.2 五个阶段

阶段	范围与产物	退出条件
G0 需求与基线	确认首批产品/法人；现有能力映射；性能基线；金标准样本；价格/税务/权限政策；CloudCC 集成可行性验证	范围、样本、关键待确认项与责任人签认；无法获取数据或接口时先修订方案
G1 完整链路试点	选一个有代表性的产品族，打通商机→配置→定价→审批→文档→接受→交单；包含设备+软件+服务	试点不依赖线下修改金额补洞；对照计算、权限、集成和性能用例通过
G2 首批正式替换	扩展至签认首期全部产品族及在用能力；补齐渠道/续费/非标/投标等被激活范围；迁移和培训	全部上线门禁通过；切换/回退演练完成；旧系统停用与归档计划可执行
G3 稳定运行与优化	观察至少一个完整报价至交单周期，处理缺陷，优化常用模板和规则管理	无严重遗留问题；指标和对账持续稳定；运营责任移交
G4 后续扩展	其他业务线、渠道自助、配置可视化、辅助推荐及更丰富分析	单独论证价值；新增规则和数据准备完成；不延迟首批国产替代

11.3 上线门禁

- 1

关键链路与金额计算

范围内关键链路和金额计算全部通过。

- 2

问题清零

关键配置/授权/税价/审批/交单/权限问题全部关闭。
- 3

无阻断缺陷

无未处理的阻断或严重缺陷。
- 4

性能与恢复达标

性能与恢复目标达到签认值。
- 5

分角色签认

配置、销售、财务、商务和 IT 责任人分别签认。
- 6

非阻断缺陷有主

非阻断缺陷须有责任人、解决日期和明确接受记录。

11.4 迁移：先盘点能力，再迁移数据

11.4.1 盘点对象

盘点项	必须获得的内容	处理要求
可售产品与配置	SKU、层次、属性、包关系、兼容与依赖、停售替代、地区差异	由产品/工程负责人签认； 错误历史数据单独清理，不盲目复制
价格与业务逻辑	标价、协议价、特价、成本、折扣顺序、周期算法、税价、汇率、脚本及人工补充规则	以计算输入输出和业务含义迁移，不假设旧脚本可直接执行
流程与文件	审批路由、授权阈值、例外、模板、技术附件、签章及发送记录	明确可等价承接、重新设计或经批准停用的项
报价与关联	报价/修订 ID、主方案、客户/商机映射、金额、状态、接受凭据、订单引用	保留原系统 ID 和来源，避免与新编号冲突
隐含依赖	用户/组织、权限、定时任务、接口调用、Excel 辅助表、共享盘附件	不遗漏"系统外才能完成"的必要业务步骤

11.4.2 数据分类处理

数据类别	建议策略	不允许的行为
活跃产品、规则与价格	清洗、映射、版本化后发布；覆盖首期全部正式销售组合	用只含常卖产品的演示目录直接上线
在途草稿	导入输入和来源信息； 新系统重算并展示差异	默认继承旧批准状态或保留未经验证的旧总价
在审批报价	切换前完成/撤回，或在新系统生成修订并重新提交；逐笔指定负责人	默认从旧流程中间节点无证据续审
已批准/已发布且仍有效	原金额、审批证据、文件与有效期按 不可变快照 承接；修改必须新修订	用最新价目重算并覆盖已对客户承诺

数据类别	建议策略	不允许的行为
已接受但未交单	逐笔核验客户接受、配置与编码映射；标记唯一交接责任系统	新旧系统同时向订单系统提交
已交单及历史结束	保留可搜索归档、原始文档、关键明细与外部引用	要求历史老型号必须按今天规则重新合法配置才能查看

11.4.3 对照验证与切换

建议先选**不少于 100 笔**有代表性的历史/在途报价，并为关键规则补充人工构造的正例、反例和边界样本。样本必须覆盖标准设备、复杂包、纯软件、续费、渠道、非标、混合税务、跨年度政策和大清单中实际存在的类别，**不能只随机抽常见单**。

每笔比较配置 BOM、净额/税额/含税金额、优惠分摊、毛利口径、审批路径和客户文件。与批准业务口径一致的结果应**精确到约定最小货币单位**；差异必须逐项解释并经责任人批准，**不能以统一百分比容差掩盖系统性错误**。旧系统已知错误**不作为必须复制的标准**。

试点可采用影子计算对照（新系统试算、旧系统对外，或反之），但**同一笔正式报价只允许一个对外发布和交单系统**。报价归属、冻结点、增量提取截止时间和新编号起点必须明确。

11.4.4 切换顺序与回退

- 1

数据冻结与备份

停止新增发布与交单，完成全量备份。
- 2

最后增量

抽取截止时点之后的增量数据。
- 3

完整性对账

统计各主体/状态的记录数、币种金额控制总额、关键字段缺失数、孤立引用和附件完整性；**阻断项未清零不得启用**。
- 4

身份与入口切换

切换 SSO / 账号入口与权限映射。
- 5

代表性业务验收

按签认清单执行代表性报价端到端验收。
- 6

放开用户

分批放开，观察稳定后全量。

回退不是“恢复数据库”

回退先停止新增发布/交单，再盘点新系统已发出的报价与已受理订单，确认权威归属后恢复获准旧链路。**禁止简单恢复数据库后再次提交已受理订单**。旧系统停用期限、许可证、导出权与归档访问须在切换前落实；若旧系统已不可恢复，采用预先批准的业务恢复方案。

11.5 需要客户补充与签认的清单

以下信息影响最终范围和验收，但不妨碍用本白皮书开展评审。按重要性分组，不要求一次收齐全部材料。

时点	问题 / 材料	建议提供方	决定什么
冻结范围前	首期法人、事业部、产品族、销售模式及中国区其他业务是否同步替换	项目负责人 / 业务负责人	产品范围与条件必备需求的激活
	Salesforce 软件包名称、Oracle CPQ 版本/实例、定制与接口清单、授权导出条件	现系统管理员 / 供应商	迁移对象、依赖及可行性
	实际在用功能、常见/复杂/异常报价样本及模板；系统外辅助表和手工步骤	销售 / 商务 / 应用工程	等价承接基线与验收金标准
	慢点操作、地区与网络、典型行数/规则复杂度、峰值并发、历史数据量	业务用户 / IT	性能工作负载与目标
设计冻结前	中国可售目录、兼容矩阵、全球与国内编码映射、非标流程、技术承诺责任人	产品 / 应用工程	配置与工程边界
	价格来源及优先级、折扣叠加、成本口径、汇率、税务分类、计税组及舍入政策	财务 / 价格负责人	定价引擎业务口径
	许可/维保/校准权益、续约与恢复政策、按比例计价和资产来源	软件与服务业务负责人	生命周期报价规则
	审批矩阵、代理规则、付款/保修/验收模板、框架协议、投标及用章要求	销售管理 / 财务 / 商务 / 法务	审批、文件与条款
	CloudCC 版本、测试租户、SSO 与 API 授权、事件及限流；ERP/订单/主数据/资产系统	IT / 集成负责人	集成链路、字段归属和时效
上线方案前	国产化清单、部署与数据存放、备份恢复、审计期限、集团访问和跨境路径	IT / 安全 / 数据责任人	非功能验收与运营约束
切换前	历史保留范围、在途报价处理、旧系统停用期限、回退条件和应急授权	项目负责人 / 商务 / IT	业务连续性与停用计划

11.6 运营指标

CPQ 提供自身业务过程的指标，**不重做 CRM 销售预测**。统计按产品族、报价复杂度、组织和时间段可比较，避免通过排除复杂报价制造"提效"。以下目标在基线测量后签认，均为建议值。

指标	明确定义	建议目标与责任人
标准报价主动制作时长	从开始编辑到提交审批的有效工作时间， 单列等待工程/客户/审批时长 ；比较同复杂度报价	首批稳定后中位数相对基线下降 ≥50%；销售运营
系统响应	选配、计算、保存、文档的 P95/P99	达到签认目标；产品与 IT
关键能力承接率	首期仍在用且签认为必需的能力中，已通过验收的比例	上线时 100% ；业务负责人
正式报价配置/金额错误	因配置规则或计算问题导致的对客错误，按正式发布报价修订统计	验收金标准 100% 正确；上线后关键错误目标为 0；产品/财务

指标	明确定义	建议目标与责任人
配置一次通过率	首次提交完整性与兼容检查通过的报价数 ÷ 首次提交报价数；按新手/产品族分组	先建立基线再设提升目标；不以放松规则达标；应用工程
审批周期	提交至最后批准的工作时长，分自动/人工与退回原因	普通审批建议 P90 ≤1 个工作日，复杂项目单列；业务审批负责人
关键事件同步及时率	正常依赖下 60 秒内成功的关键事件 ÷ 应同步关键事件	≥99%；集成运维；另报异常积压时长和对账差异
受控渠道使用率	首期范围内由新 CPQ 生成并可追溯的正式报价数 ÷ 全部正式报价数	切换后 100%，获准应急流程另列并补录；商务
规则运营质量	发布失败原因、规则缺口、人工例外率、缺价率及规则变更验证覆盖	每次发布关键规则样本覆盖 100%；产品/价格管理员

不要归因过度

不将营业收入增长、赢单率提升或毛利提升直接归因于 CPQ 上线。这些结果还受市场、销售策略和产品竞争力影响，可作为背景观察指标。

CHAPTER 12

能力边界与诚实性声明

本章是整份白皮书最重要的一章。它列出产品主动公开的全部限制，包括哪些没做、哪些待联调、哪些数据只是演示。

立场

多数报价系统的失败来自"过度承诺"：在评估阶段宣称的能力，在实施阶段被证明是演示数据；在合同中承诺的对接，在联调时才发现对方没有开放接口。本项目选择把边界写在明处——**已实现的说明验证范围，未实现的说明还缺什么。**

12.1 数据类边界

边界项	事实	为什么不这么处理
附件没有 LP、成本	初次初始化为"待定价"；演示价目是 显式启用的测试补充	缺价不是零价；以零价生成"有效"总额会直接造成亏损报价
审批阈值是字母占位符	原表值为 A/B/C/D/E/F 等非数字字符；本版提供五个数字上限配置， 演示值 5/10/15/20/30% 不代表海克斯康授权	12% 减免按 A→B→C 逐级审批是本地验证策略，用于在无法区分的占位符上验证多级审批链路是否联通
12 个组合缺失 BOM 映射	6.6.6 与 8.8.8 下 Scan + HH-5-T 各 6 个组合；原表允许选型但映射表无记录	系统显式提示缺失并 阻止报价 ，绝不借用 Touch 编码或臆造零件；识别不出来就停下来
只有测座有动态零件映射	主机、测头、软件、服务等继承"完整清单示例"的固定项，可调整/取消	不能把这些固定行宣称对所有配置的真实完整 BOM
原始数据页只有文件名	精度 PDF 数据页仅有拼接文件名，无实体文件；管理员可上传 PDF 并设置加载条件	未上传的资料不虚构
英文描述原表未提供	英文输出明确标注缺失，需逐行补充	不自动翻译或编造技术描述
税率初值 13%	可修改测试参数	不是税务结论 ；实际计税口径须由财务批准
模拟编码 vs 真实型号	两者 没有对应关系	不得擅自补齐真实商品性能、价格或官方物料编码
产品图片	取自客户截图，标注为"品类参考图"	不冒充具体 SKU 图片

12.2 外部系统边界

系统	当前状态	还缺什么
CloudCC	未实连。已确认 CloudCC One 中国区，组织 <code>org0720f814430017229</code> ，组织网关发现返回 HTTP 200 与 <code>https://ap6.apis.cloudcc.cn/lightningapi</code>	连接应用 <code>clientId</code> / <code>secretKey</code> 未配置，API 认证与会话验证未执行，CRM 业务写入未执行

系统	当前状态	还缺什么
ERP	仅本机 HTTP 接收器验证报文、字段映射、幂等请求与响应回执；任务标记 <code>local_validated + externalDelivery: false</code>	真实 ERP 对象、地址、鉴权、错误码及回调待接口文档与测试账号
电子签	契约已实现（客户 PDF 出站 + 状态回执）	无内置特定厂商签署人身份认证、短信、签章或多步骤信封流程；无真实厂商联调
邮件	SMTP SSL/STARTTLS 传输分支通过测试替身校验	实际邮件服务和入站网关尚未提供，未完成外部端到端邮件验收
共享文件（S3）	协议层用 Moto 仿真验证 put/get、跨进程冷缓存、租户隔离、生成物清理	实际对象存储厂商仍须联调
SSO / 企业身份	未实现，仅本机账号（PBKDF2 + 独立盐，会话最长 8 小时）	企业身份源与单点登录方案待定
三环境 / 迁移	客户明确要求暂缓（功能矩阵第 1~3 项）	待客户重新确认后评估

关于幂等的前置条件

所有外部连接都依赖幂等键保证"重复请求只产生一个业务结果"。若接收方不支持幂等键，则不能承诺只执行一次。这一条必须在联调前与对方确认，而不是在上线后补救。

12.3 Oracle 能力对照的真相

原"105 项已完成"口径已被正式撤回

任何基于该口径的对外表述都不再有效。以下分布是对 **241 个官方主题**（197 个三级节点 + 44 个第二级实质主题）逐项核对的结果。

判定	数量
部分覆盖	131
未实现	33
未实现 / 外部对接待设计	29
未实现完整官方能力	12
未实现官方管理能力	9
未实现 Oracle API 兼容层	9
未实现完整定价平台	6
技术方案不同	4
部分覆盖 / 待实连	3
暂缓 / 平台迁移	3
没有任何一项被判定为"完整实现"。矩阵台账中各行的措辞是"本机有限行为已测；官方模块见差距"。	

12.3.1 明确未实现

三环境发布 / 完整角色权限 / SSO、真实 CloudCC 与 ERP 连接、多币种汇率（仅 CNY 汇率表可用）、价格批次有效期、邮件短信企业微信外发、电子签章、真实订单传输、历史 Oracle 交易批量迁移、规则版本回滚、复杂 BML 脚本、用户自定义任意产品模型、通用报表平台、可视化文档模板设计器。

12.3.2 部分覆盖（官方复杂能力未完成）

矩阵行号	能力
22-24	报价 / 技术协议 / 加载文档模板
25-28	约束 / 默认 / 隐藏 / 零件号的条件表规则
31	复杂 BOM（Oracle 原生五表）
46-51	按条件加载 PDF 数据页 / 精度 / 验收 / 服务 / 公司简介 / 付款条款

12.3.3 本机/联调已测，外部待验

矩阵行号	能力
74	审批状态邮件通知
84	邮件 Approve / Reject 回复
108	BOM 一键导入 ERP

测试数字的正确解读

功能矩阵台账记录了 499 项后端完整回归与 37 项前端逻辑测试通过，但文档原文明确：“不能据此宣称全部 Oracle 功能已完成”。同样，P58 界面定制、AI、行业包等轮次的测试数字，均不是 Oracle 完成率。

12.4 平台级边界

租户隔离	应用层实施，未使用 PostgreSQL RLS
数据库级隔离需求	须使用独立数据库 + 独立应用实例
自助开通 / SaaS 计费	未实现
RPO / RTO	24 小时 / 4 小时为演练目标，非已达成的 SLA
部署形态	Compose 是单主机参考部署，不宣称主机级高可用
报告导出容量	500,000 / 200,000 / 5,000 行

本轮性能验证未覆盖：中国办公网络、同时登录突发、SSO、跨地域数据库、真实外围系统耗时、300 人同时批量生成 PDF。

国产化、信创与数据跨境：当前没有任何验证结论

本项目仓库中不存在任何国产化、信创、数据跨境或数据出境的说明或验证结论。

需要区分两件事："产品原产地/国产化证明"与"CPQ 软件国产替代"是两件事。产品原产地、制造地、品牌和本地服务能力应分别维护，不自动声称整个组合方案国产化。具体的国产操作系统、数据库、CPU、国密算法或"信创全栈"清单要求，须在明确逐项要求后加入验收并做兼容矩阵验证——**不得从现有文档推导任何兼容结论。**

与全球总部的目录同步、价格输入和中国报价/客户数据输出应分开定义。不能笼统认定所有报价禁止出境，也不能认定全部可直接出境；相关路径须由客户按数据分类及适用义务评估。

可支撑的事实仅限：模块化单体、不依赖 Redis / Kafka / Kubernetes、依赖全部哈希锁定、可对接 S3 兼容对象存储、标准 PostgreSQL 17。

12.4.1 已知缺陷

- 销售选配页缺少"搜索结果批量加入方案"。
- 大目录验证中的 501 行报价靠 API 构造，不能证明人工逐项选配高效。

12.5 十一家客户仿真包的免责

为验证产品对不同行业的适配能力，项目构造了覆盖 11 类业务主体、22 个可配置型号、132 份报价与 44 份 PDF 的仿真包。该包是**适配能力验证**，不是投产部署。

原文照引

SIM11 的型号、尺寸边界、价格、成本、税率、兼容关系、交期、付款及审批阈值**全部是人工构造的仿真，不是这些企业的真实产品规格或商务政策。**页面、产品说明、条款和 PDF 均带仿真标识。本包**不是十一家企业独立租户的投产部署。**"较适合 / 部分匹配"是依据本轮模型及系统行为作出的**适配判断，不是客户确认或产品认证结论。**每家只覆盖两个代表性产品家族，**不能外推为整家公司全部业务覆盖。**

报价页与页面上明确保留提示文案："仿真报价·产品价格、税率和交付范围需按实际业务核对。"

需要特别说明覆盖范围：本包覆盖的是三坐标计量、工程机械、重型装备、隧道工程、风电、工业电气、电力保护、半导体装备、轮胎模具、农业机械、办公文印，**不包含汽车整车与航空航天场景。**

12.6 建议与禁止的措辞

禁止	建议替代
"等同于 Oracle CPQ" / "完整替代 Oracle CPQ"	"在已承接并验收的功能范围内可以承接"；并列出不承接项
"108 项全部完成" / "105 项已完成"	"241 个官方主题中 131 项为部分覆盖，无一项判定为完整实现"
"生产已上线"	"已在隔离环境/本机完成 ... 项验证"
"已接通 CloudCC" / "ERP 已对接"	"契约已实现，真实厂商联调待 ..."
"P95 231 ms 是生产 SLA"	连同测量条件一并给出，并注明"非生产 SLA"
"支持国产化 / 信创 / 全栈自主可控"	"需先明确逐项要求并做兼容矩阵验证；当前无已完成的验证结论"

禁止	建议替代
把仿真数据说成客户的真实价格或政策	"人工构造的仿真，用于适配能力验证"

一句话原则

凡是没有实测证据支撑的，写成"待确认"；凡是有实测证据的，把测量条件一起写出来。这两条加起来，就是一份可信的工业软件白皮书。

APPENDIX A

能力数量速查表

下表汇总本产品各能力域的可配置规模上限与已实现种类数，用于快速核对容量与边界。

A.1 配置能力

项	数值	说明
产品属性类型	10	text / integer / decimal / currency / html / boolean / date / enum / multiEnum / picklist
菜单显示方式	10	input / radio×2 / checkbox×2 / chips / imageCards / film×2 / imageSelect
动态配置规则类型	5	约束 / 隐藏 / 推荐 / 消息 / 推荐项目
推荐赋值强度	3	set / force / recommend
规则条件操作符	10	eq / neq / gt / gte / lt / lte / contains / empty / notEmpty / in
单规则最大条件数	30	支持 AND/OR 分组表达式
规则作用层级	4	global/all → family → line → model
查表数据集	100	每表 1~50 列 × 5,000 行
配置布局节点种类	15	view / grid / row / column / attribute / array / section / action / bom / spacer / text / metadata / image / component / customUI
独立元素组件	9	主机名称 / 方案名称 / 主机图片 / 方案标题 / 方案说明 / 配置说明 / CMM 选项组 / 产品列表 / Ad-hoc 入口
条件化配置流程上限	200	条
多配置实例快照字段	22	逐实例独立快照
BOM 集合类	5	bomItems / bomMappings / bomAttributeDefinitions / bomAttributeMappings / bomTranslations
BOM 单位	10	EA / SET / M / MM / KG / H / DAY / MONTH / YEAR / LICENSE
属性计算器白名单函数	7	min / max / abs / round / ceil / floor / len
规则求值迭代上限	8	轮（首期 CMM 样例）

A.2 定价能力

项	数值	说明
收费类型	3	oneTime / recurring / usage
计价方式	3	flat（单价×数量）/ volume（整体阶梯）/ tiered（分段阶梯）
单价来源	4	fixed / base / formula / matrix
价格公式变量	4	base / quantity / periods / usage；AST 节点 ≤80
价格公式结果范围	0~1e12	超出按异常处理
矩阵定价条件列	1~6	区间 [lower, upper)，左闭右开
汇率表单表条数	1~10,000	支持 Uplift 倍率与日期生效
金额计算精度	定点	十进制定点；人民币展示到分
尾差处理	最大余数法	以分为单位，固定行 ID 打破并列

A.3 报价与商务流程

项	数值	说明
报价场景类型	3	equipment / solution / term
报价场景上限	60	个定义
报价布局区块	10	其中 7 个必选
预置布局	3	standard / sales / review
商务流程阶段	5	draft / pending / approved / rejected / ordered
商务流程动作	11	save / clone / reconfigure / reprice / submit / approve / reject / withdraw / order / advance / remind
商务流程角色	4	admin / sales / approver / cos
默认步骤 / Profile / 转移	5 / 5 / 7	可配置
商务规则类别	7	自定义属性 / 修改动作 / 公式 / 校验 / 访问 / 即时约束 / 行过滤
修改动作赋值模式	5	keep / value / default / function / form
高级修改阶段	2	advancedBefore / advancedAfter
访问规则级别	3	write / read / hidden
即时约束模式	2	deny / allow
行过滤条件类型	3	Always / Simple / BML
默认续费月数	12	可设 1~120

A.4 文档、集成与平台

项	数值	说明
文档模板元素种类	14	section / loop / heading / text / attribute / table / image / pageBreak / spacer / standard / headerFooter / toc / columnBreak / embed
导出格式	4	PDF / DOCX / XLSX / CSV
邮件模板类型	3	approval / notification / reminder
外部连接类型	3	cloudcc / erp / esign
连接可映射源字段	22	目标最多四层点分路径
集成任务状态机	11	queued / sending / local_validated / accepted / succeeded / signed / declined / rejected / failed / uncertain 等
连接超时可设范围	1–30 s	响应体 ≤1 MiB
重试等待上限 / 次数上限	300 s / 10	指数退避
回执签名	HMAC–SHA256	时间戳偏差 ≤300 秒
BML 内置函数	109	12 类
BML 函数库容量	200	项；每函数 ≤30 个参数，局部变量 ≤200
CLI / MCP 已登记操作	242	覆盖 48 个域；2026-09-26 验收口径为 226
MCP 工具	9	list / describe / read / call / request / ui_get / ui_save / ui_preview / ui_publish
AI 助手类型	9	其中两类限管理员
AI 知识库容量	100	份；每份 ≤6 MB / 12 万字
报告图表类型	5	bar / horizontal / line / pie / gauge
报告内置字段	21	14 基础列 + 7 金额列
报告导出容量	500,000	行（普通报表）；复杂内置报表 200,000 行
数据库表 / 索引	38 / 23	SQLite 与 PostgreSQL 同源 schema
HTTP 请求体上限	30 MiB	CLI 本地编码 ≤20 MiB，响应 ≤128 MiB

A.5 工程与质量规模

项	数值	说明
后端 Python 模块 / 行	185 / 22,089	<code>server/*.py</code>
前端文件 / 行	308 / 82,659	<code>src/*</code>
设计文档	142	篇；含 70 篇 P0–P63 实施规格
测试资产	173	109 Python + 45 JS + 19 Playwright spec

项	数值	说明
后端回归（2026-09-27）	895 / 895	271.499 s
前端逻辑回归	180 / 180	1,649.9 ms
浏览器回归	35 / 35	真实接口，非 mock
后端行覆盖率	94%	2,203 stmts / 130 miss
管理端菜单 / 销售端菜单	21 / 6	项

APPENDIX B

术语表

术语	定义
CPQ	Configure、Price、Quote 的缩写，即配置、定价、报价。
销售 BOM	报价与订单交接所需的销售配置清单。其编码、数量、必选项可映射到 ERP/PLM； 不等同于生产 BOM ，CPQ 不维护完整制造工艺。
SKU	可识别的销售产品/服务编码。
SSO	单点登录。
P95 / P99	95% / 99% 的样本不超过的耗时。
RPO	可容忍的数据恢复时间点差。
RTO	目标业务恢复时长。
金标准	业务责任人批准、用于验证规则和金额的输入与预期结果。
最大余数法	尾差分摊算法：先按最小货币单位向下取整，再把余下的单位按小数部分降序分配，同分时用稳定的行 ID 打破并列，保证分摊合计精确等于待分摊金额。
管理毛利	$M = \Sigma \text{行净额} - \text{预计总成本}$ ，管理毛利率 $m = M / \Sigma \text{行净额}$ 。 此处不是财务收入确认口径。
BML	BigMachines 式业务脚本语言子集，用于高级规则、修改动作与商务扩展。
BMQL	面向零件与目录的只读查询语言子集。
AVP	Attribute Value Pricing，菜单选项的价格与差额计算。
Ad-hoc	不来自目录的手工报价行。 自动触发技术评审。
COS	负责确认已批准且有效的订单并锁定的角色。
幂等键	保证重复到达的业务请求只产生一个对应业务结果的标识。ERP/电子签等接收方必须支持，否则不能承诺只执行一次。
传输价	transferPrice，跨法人交易时使用的内部价格，受成本查看权限控制。
共同计税组	财务政策确定后，先汇总计税再分配税额的一组行；分配依据须保存。
SIM11	为验证行业适配能力而人工构造的十一家客户仿真包，全部数据为仿真，不是真实产品规格或商务政策。

关于本白皮书

本白皮书依据项目的需求文档与已实现代码整理，用于产品评审与方案评估。文中引用的流程、阈值、价格示例和性能目标，均为设计建议或实测结果，**不代表企业现行政策或已承诺的交付指标。**

凡涉及具体产品型号、可售配置、价格与兼容矩阵的内容，必须以业务负责人批准的主数据为准。第 12 章列出的能力边界，在评估时应与能力清单同等对待。

版本：V1.0 编制日期：2026-09-27 交付类型：产品白皮书