TIANJIAN

天 简 设 计

天简传动　TJDrive

软件使用说明书

齿轮与传动件的参数化设计 · 2D 工程图 / 3D 模型 / 线割图 / 强度校核

本手册逐屏对照软件实际界面，讲解每一个模块、每一栏参数与每一个按钮。

第 1–2 章	产品定位、启动、授权与左侧栏
第 3–4 章	三栏界面逐项讲解、完整设计流程
第 5–6 章	导出与交付物、八项设计工具
第 7–8 章	13 个模块逐个上手、帮助与常见问题
附　　录	符号对照、标准索引、文件目录、联系方式
全册插图	59 幅，全部取自软件真实界面

软件名称	天简传动（TJDrive）
版本	v0.1.7
适用对象	机械设计工程师、传动件设计与制造人员
编制单位	武汉市江夏区天简设计工作室
日期	2026 年 10 月

目　录

第 1 章　产品概述 5

1.1　天简传动是做什么的 5

1.2　功能范围与边界 6

1.3　运行环境与联网要求 7

1.4　三条贯穿全软件的技术约定 7

1.5　本手册的读法 7

第 2 章　启动、授权与左侧栏 8

2.1　启动过程 8

2.2　主界面第一眼 8

2.3　左侧栏逐项说明 9

2.4　许可状态卡片与三种状态灯 11

2.5　首次激活（三步） 11

2.6　购买与续费 12

2.7　资料输出目录 13

2.8　在线检测更新 13

2.9　授权出问题时的三处自查 14

第 3 章　界面布局与通用操作 15

3.1　三栏是怎么分的 15

3.2　① 基本参数栏逐项说明 16

3.3　② 构件参数栏（齿轮列） 19

3.4　② 构件参数栏（轮毂 Hub） 20

3.5　③ 预览与导出栏：预览工具条 20

3.6　2D 与 3D 视图怎么操作 21

3.7　参数总览与派生尺寸 22

3.8　保存参数与打开参数 23

3.9　自定义技术要求 23

3.10　企业标准 24

3.11　运行日志与状态提示 25

第 4 章　完整设计流程（以圆柱齿轮副为例） 26

4.1　七步流程 26

4.2　步骤 1：选模块与模式 26

4.3　步骤 2：填公用基本参数 27

4.4　步骤 3：填图纸与工艺 28

4.5　步骤 4：填两颗齿轮 28

4.6　步骤 5：看预览、跑仿真 29

4.7　步骤 6：看提示、做校核 29

4.8　步骤 7：出图与交付 30

第 5 章　导出与交付物 31

5.1　能导出什么 31

5.2　导出 2D 工程图 31

5.3　线割图（1:1 无图框） 32

5.4　导出 3D（STEP） 32

5.5　坐标点导出 32

5.6　参数表 33

5.7　校核报告 33

5.8　三种格式的区别（最容易搞混） 35

5.9　各模块可导出文件对照表 35

第 6 章　设计工具（进阶） 37

6.1　材料库 37

6.2　参数寻优 39

6.3　微点蚀 / 磨损评估 40

6.4　综合检验（Master Gear Test） 41

6.5　配平变位 42

6.6　测绘反求 43

6.7　检测图 44

6.8　胶合·修形 45

第 7 章　13 个设计模块逐个详解 47

7.1　圆柱齿轮设计（直齿 / 斜齿 / 双联） 47

7.2 锥齿轮设计（直齿 / 弧齿 / 零度） 49

7.3 齿轮齿条设计 51

7.4 蜗轮蜗杆设计 52

7.5 端面齿轮设计 54

7.6 行星轮系设计 56

7.7 内齿轮设计（内齿圈 / 内啮合） 58

7.8 链轮设计 60

7.9 皮带轮设计 62

7.10 同步带轮设计 64

7.11 花键副设计（外+内成对） 66

7.12 销齿轮设计 68

7.13 椭圆齿轮设计 70

第 8 章 内置帮助与常见问题 73

8.1 使用帮助窗口 73

8.2 常见问题 74

8.3 遇到问题时怎么反馈 75

附 录 76

附录 A 参数与符号对照 76

附录 B 标准索引 78

附录 C 文件与目录说明 79

附录 D 联系与授权 81

第 1 章　产品概述

1.1　天简传动是做什么的

天简传动（英文标识 **TJDrive**，窗口标题为「天简传动 · 齿轮 / 传动件设计」）是一款 面向机械设计人员的**传动件参数化设计工具**。它的工作方式是：在左侧参数栏填入齿数、 模数、变位系数、材料、热处理等原始参数，右侧**实时**给出端面齿形（2D）与实体模型（3D）， 再一键导出可直接交付加工的工程图、三维模型、线割图、参数表与强度校核报告。

软件覆盖 **13 类**常用传动件，全部在同一套界面、同一套操作逻辑下工作：

序	模块	典型用途
1	**圆柱齿轮设计（直齿 / 斜齿 / 双联）**	最常见的定传动比齿轮；同一面板内含单齿轮、齿轮副、双联齿轮三种模式
2	**锥齿轮设计（直齿 / 弧齿 / 零度）**	相交轴传动，90° 或任意轴交角
3	**齿轮齿条设计**	旋转运动 ↔ 直线运动的转换
4	**蜗轮蜗杆设计**	大传动比、可自锁的垂直交错轴传动
5	**端面齿轮设计**	小齿轮与端面齿盘啮合，结构紧凑
6	**行星轮系设计**	同轴、大扭矩、结构紧凑的 NGW 行星机构
7	**内齿轮设计（内齿圈 / 内啮合）**	内齿圈、内啮合副
8	**链轮设计**	滚子链传动（GB 链号 06B~40B 及 25/35 等）
9	**皮带轮设计**	V 带 / 窄 V 带（Y、Z、A、B、C、D、E、SPZ、SPA、SPB、SPC）
10	**同步带轮设计**	HTD / GT / 梯形齿同步带轮
11	**花键副设计（外+内成对）**	渐开线 / 矩形花键，成对出图
12	**销齿轮设计**	销齿传动（外摆线等距齿廓），重载低速场合
13	**椭圆齿轮设计**	非圆齿轮，实现变速比传动

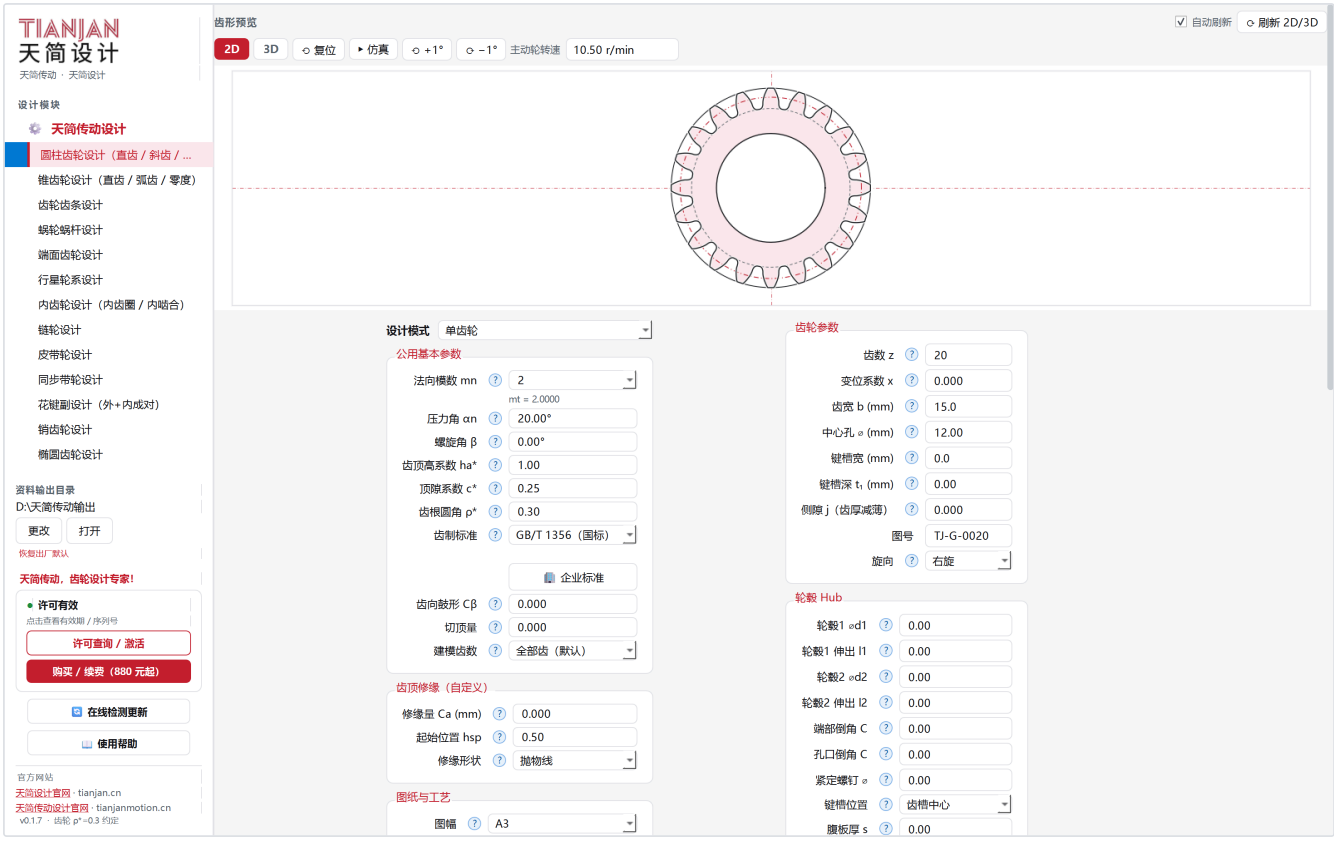


图 1-1 天简传动主界面（默认进入「圆柱齿轮设计」，左侧导航 + 右侧预览与参数）

1.2 功能范围与边界

天简传动是**传动件专项工具**：只做齿轮与传动件这一件事，但把这件事做透——从参数输入、 齿形生成、强度校核，到工程图、三维模型、线割图与报表，全部在一个界面内闭环完成。为了省得你在 菜单里来回找，下面把本软件能做的事一次列清。

功能	本软件	说明
13 类传动件参数化设计	✓	圆柱、锥齿、齿条、蜗轮蜗杆、端面、行星、内齿、链轮、皮带轮、同步带轮、花键副、销齿轮、椭圆齿轮
2D 齿形 / 3D 实体实时预览	✓	改一个参数立即重画，含啮合仿真与单步转角
工程图 DWG / PDF、线割图、STEP	✓	自带图框与标题栏，不依赖本机 CAD
强度校核、参数寻优、检测图	✓	校核按 GB/T 3480，出 S_H / S_F 报告
材料库、企业标准、自定义技术要求	✓	三套标准槽位可存可备
参数存档（.tjp）	✓	一套参数一个文件，可传同事、可复现
在软件内编辑 DWG	—	DWG 由软件按参数生成，改图请在你自己的 CAD 里做

> **为什么把边界写死：**本软件的图纸是**参数驱动**的——图上的每一个尺寸都能倒推回某个参数。 一旦允许在软件里自由改图，这张图就失去了可复现性，下次改参数重出图会把你的手工修改全部冲掉。 所以正确用法是：**参数在软件里定，图形交给软件出，个性标注在 CAD 里补。**

1.3 运行环境与联网要求

- **操作系统**：Windows（本手册基于 Windows 10/11 实际界面编写）。
- **必须联网校验**：软件启动即向授权服务器校验许可。未激活、离线超时、已过期或被吊销时， **工作区会整片锁灰**（能看见界面但改不了参数），此时只有左侧许可卡片与「使用帮助」可点。
- **不需要 SolidWorks / AutoCAD**：三维导出为通用 `STEP`，二维导出为 `DWG` 与 `PDF`， 均由软件自身生成，不依赖本机安装 CAD。
- **输出目录**：默认写到 `文档\天简传动输出`，可在左侧栏「资料输出目录」改成任意盘符 （详见 2.7 节）。

1.4 三条贯穿全软件的技术约定

这三条约定影响每一个模块，先记住可以少走很多弯路。

约定一：齿根圆角一律按 ρ* = 0.3 展成

所有齿轮的齿根圆角系数默认 `ρ* = 0.3`，即**刀具齿顶圆角 ρ = 0.3 × 模数**， 由滚齿展成得到 **trochoid（延伸渐开线）过渡曲线**，**不是**简单圆弧。这样出的图与 实际滚刀切出来的齿根一致。若某个项目要用非标刀具，请先确认再改，直接改会让出图尺寸与 实际刀具对不上。

约定二：侧隙只减齿厚，不动齿顶圆与齿根圆

「侧隙 j（齿厚减薄）」的作用是把齿厚减薄 j 值，**齿顶圆直径、齿根圆直径不变。** 这与车间「按负偏差加工」的习惯一致，也保证了你按图测量的外径与软件给出的一致。

约定三：图幅为国标机械图框，A0~A4 共 6 种

可选 `A0 / A1 / A2 / A3 / A4 横版 / A4 竖版`。导出的 DWG / PDF 会带完整图框与标题栏， 标题栏里的单位名称、图号、材料、精度等级取自当前面板参数。

1.5 本手册的读法

- **第一次用**：按第 2 章完成激活，再读第 3 章熟悉界面，然后直接跳到第 7 章找你要做的零件。
- **要出图交付**：第 5 章把每一种导出格式讲清楚了，包括最容易搞混的 DWG 与线割图的区别。
- **要校核强度**：第 5.7 节（校核报告）+ 第 6 章（参数寻优、微点蚀、胶合、检测图）。
- **遇到问题**：第 8.2 节常见问题；找不到答案就用侧栏「使用帮助」里的内置说明书（第 8.1 节）。

第 2 章　启动、授权与左侧栏

2.1　启动过程

双击 `TJDrive.exe` 后，先出现启动封面，再进入主界面。封面上有四个信息点：



图 2-1　启动封面：左上为官方 LOGO 与产品名「天简传动设计」，其下为版本号；中部为标语与能力说明；底部为加载进度条

位置	内容
左上	「TIANJIAN 天简设计」官方 LOGO + 产品名「天简传动设计」+ 版本号（本手册对应 **v0.1.7**）。核对版本号可确认手上这份是不是最新包。
中部	标语「专业 · 高效」与一行能力说明。
底部	红色进度条 + 当前阶段文字（如「正在加载设计模块...」）。首次启动需解包，约 3~6 秒属正常；之后会明显变快。

> 封面只停留很短时间，主窗口一旦可交互就自动收起。**不需要点任何东西**，也不要重复双击图标—— 重复双击会尝试再开一个实例。

2.2　主界面第一眼

主窗口打开后是下图这个布局。整个窗口只有三块：**左侧导航栏**、**工作区**、 **工作区内部的三栏**。窗口默认大小约 1560×780，可以随意拉大；拉不动时说明屏幕不够， 工作区会自动出现滚动条而不是把内容压扁。

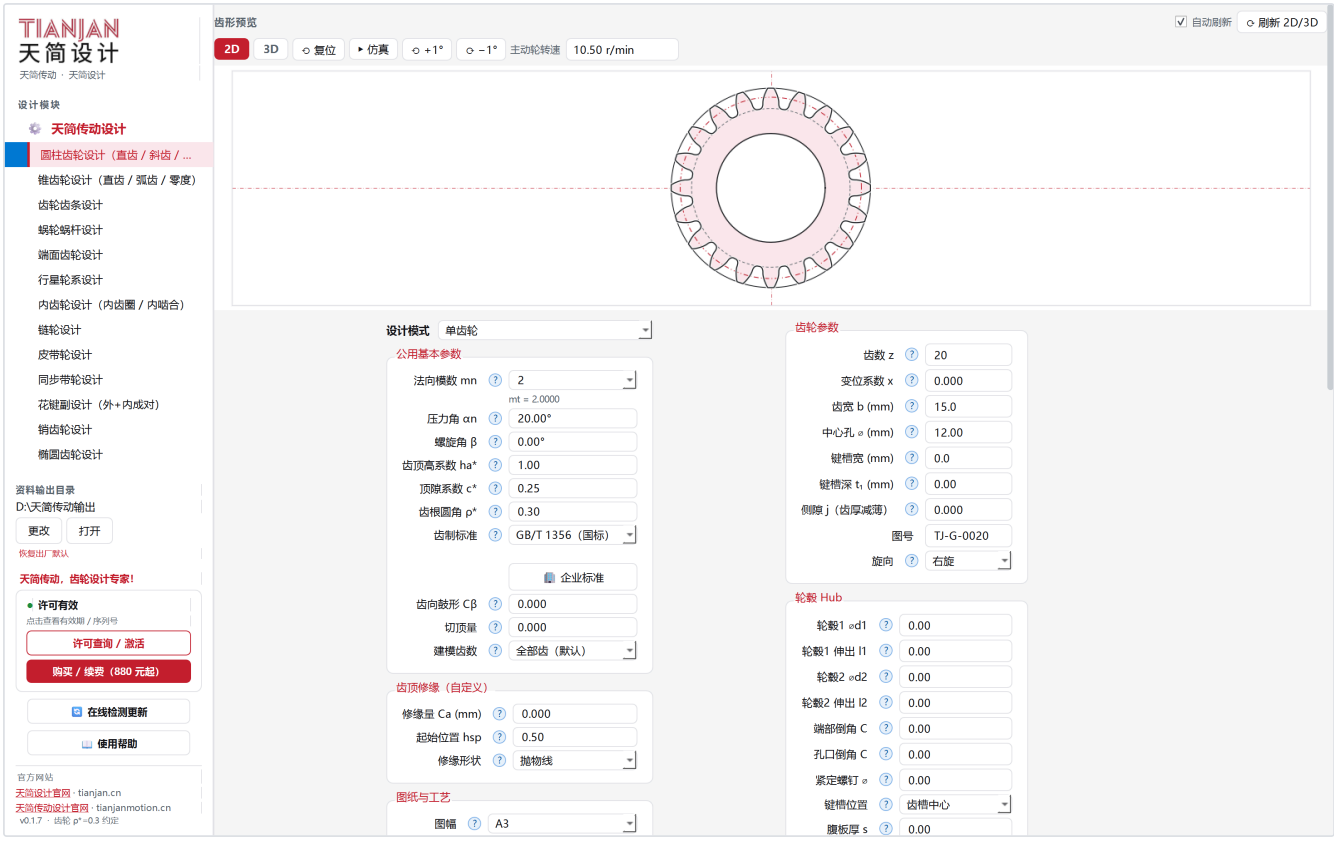


图 2-2　主界面全貌。左：导航与授权卡；右上：齿形预览区（含 2D/3D 工具条）；右下：参数与导出区

2.3　左侧栏逐项说明

左侧栏宽度固定，从上到下共六块内容。它**不属于工作区**，因此即使授权失效、 工作区锁灰，左侧栏的按钮依然可点——这是刻意设计的，否则「需要激活时却点不到激活按钮」。

区域	说明
① LOGO 与产品名	「TIANJIAN 天简设计」+「天简传动 · 天简设计」。仅作标识，不可点。
② 设计模块（导航树）	顶层只有一个大类**「天简传动设计」**，展开后是 13 个模块。点顶层文字可展开/收起，点模块名即切换面板。当前模块高亮为浅红底 + 左侧红竖条。
③ 资料输出目录	显示当前默认输出根目录，并提供「更改 / 打开 / 恢复出厂默认」。见 2.7 节。
④ 许可卡片	状态灯 + 许可查询/激活 + 购买/续费。见 2.4 节。
⑤ 在线检测更新 / 使用帮助	两个常驻按钮。前者向服务器查询新版本；后者打开内置说明书。见 2.8 节与第 8 章。
⑥ 官方网站与版本号	两个可点链接：天简设计官网 `tianjan.cn`、天简传动设计官网 `tianjanmotion.cn`。最底部一行是版本号与「齿轮 ρ*=0.3 约定」。

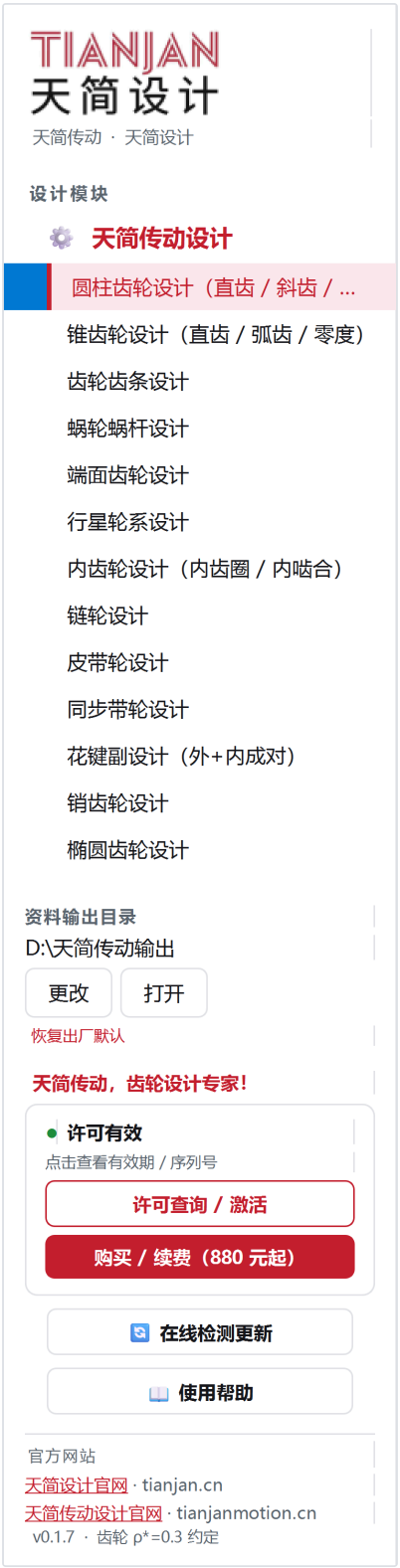


图 2-3　左侧栏完整内容（自上而下：LOGO、设计模块导航、资料输出目录、许可卡片、官方网站、版本号）

> 导航里的模块名较长时会被截断并显示省略号（例如「圆柱齿轮设计（直齿 / 斜齿 / ...」）。**把鼠标停在上面**会显示完整名称；也可以直接拉宽窗口，或在导航区左右拖动滚动条。

2.4 许可状态卡片与三种状态灯



图 2-4　许可卡片：状态灯 + 一句话结论 + 三个入口按钮

灯色	含义	该怎么做
绿　**许可有效**	已激活且校验通过	正常使用。点卡片可查看有效期、许可类型、授权编号、机器码。
橙　**已到期 / 离线超时**	授权到期，或长时间连不上服务器	到期请点「购买 / 续费」；离线超时先检查网络，再点卡片重新校验。
红　**未激活 / 已吊销 / 不匹配**	还没激活、被后台吊销，或换了机器	见 2.5 节「首次激活」。机器码变化需联系天简官方换发。

卡片上的三个按钮：

- **许可查询 / 激活**——打开授权窗口（2.5 节），既能查状态也能激活。
- **购买 / 续费（880 元起）**——打开价格与付款页，支持支付宝 / 微信在线付款。
- 卡片本身的标题行（「许可有效」及下方灰字）**也可点**，等同于点「许可查询 / 激活」。

2.5 首次激活（三步）

点侧栏「许可查询 / 激活」，弹出授权窗口。这个窗口从上到下分四段： 顶部品牌条（含官方微信二维码）、当前许可状态、许可明细、申请激活、激活输入区。



图 2-5 「许可查询 / 激活」窗口：顶部红色条为品牌与官方微信二维码；其下依次是当前状态、许可明细、申请激活、激活输入区

激活操作

1. 在「申请激活」区点**「复制机器码」**。机器码形如 `TJ-XXXX-XXXX-XXXX`，显示在「许可明细 → 本机机器码」一行。
2. 把机器码发给天简官方（微信 / 淘宝客服），索取激活码。也可以就地填写「单位 / 客户名称」「手机或微信」，点**「登记申请单」**让官方主动联系你。
3. 拿到激活码后，粘到最下方输入框（提示文字为「TJ1 开头的一长串，直接 Ctrl+V 整段粘进来」），点**「立即激活」**。成功后状态灯转绿，工作区自动解锁，**不需要重启软件**。

> **许可与机器绑定**（一台电脑一个授权）。换电脑、重装系统、更换主板/网卡都可能导致机器码变化，此时原激活码失效，需联系天简官方换发。**激活前建议先确认机器码稳定**：如果刚重装完系统，先把驱动装齐再激活。

2.6 购买与续费

点许可卡片里的**「购买 / 续费（880 元起）」**，或授权窗口里的**「查看价格 / 在线付款（880 元起）」**，打开价格页。当前三档授权如下：

授权档	价格 / 有效期	说明
月度授权	880 元 / 30 天	适合短期项目、试算与前期验证，满 30 天整到期。
年度授权	8800 元 / 365 天	折合每月约 733 元，含全年更新与技术支持。

授权档	价格 / 有效期	说明
三年授权	19800 元 / 1095 天	折合每月约 550 元，适合长期在产的团队。

均为**单台电脑绑定**授权。另可由天简官方单独签发 1 天试用码用于验证环境。

2.7 资料输出目录

所有导出文件（DWG / PDF / STEP / CSV / 参数表 / 校核报告）默认落在同一个「输出根目录」下， 再按模块分子目录。这个根目录显示在左侧栏，随时可改。

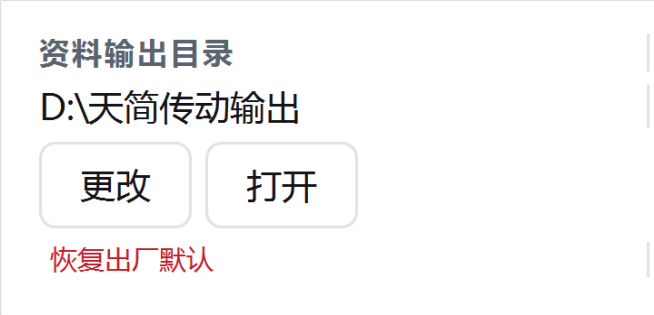


图 2-6 「资料输出目录」卡：当前路径 + 更改 / 打开 / 恢复出厂默认

按钮	作用
更改	选一个新目录，**此后所有模块**都往这里写。设置会记住，下次启动仍然有效。
打开	用资源管理器打开当前目录，直接看导出结果。
恢复出厂默认	清掉自定义设置，回到默认目录 `文档\天简传动输出`。

> 面板里也有一个「输出 → 目录（自定义）」框，两处是**同一个设置**：在任意面板点「...」选目录， 左侧栏的路径会同步变化。**找不到导出文件时**，先看这里显示的是哪个目录，再看 ③ 栏「运行日志」 最后一行——日志里写的是文件实际落盘的完整路径。

2.8 在线检测更新

点侧栏**「在线检测更新」**，软件向服务器查询是否有新版本。软件在**授权通过后也会自动静默检查一次**， 发现新版本才弹窗，未授权时不打扰。

确认更新后的流程是：下载新包 → 校验签名与哈希（防止包损坏或被篡改）→ 关闭本程序、 自动替换 `TJDrive.exe` → 重新启动。几个细节值得知道：

- 新包优先下载到**程序同目录**的 `TJDrive.exe.tjnew`（需该目录可写），不可写时才回退到系统临时目录。
- 替换时用 `copy` 覆盖并**比对字节数**，不一致会自动回滚旧版本；若目录需要管理员权限，会弹 UAC 提权。
- 全过程写在程序目录的 `tjupdate.log`；失败会生成 `tjupdate_failed.txt` 并弹窗，不会静默退出。
- 旧版本保留为 `.old`，万一新包起不来还能找回。

新包是未签名的可执行文件，个别杀毒软件可能拦截。若更新后软件打不开， 先到杀软隔离区查看是否被误删，再联系天简官方。

2.9 授权出问题时的三处自查

授权不对时不必急着重装。按顺序看这三处，多数情况能自己定位到原因：

查哪里	看什么	怎么判断
① 左侧许可卡的状态灯	绿 / 橙 / 红	绿=可用；橙=到期或离线超时（先查网络，再点卡片重新校验）；红=未激活、被吊销或机器码不匹配，见 2.5 节。
② 授权窗口的「许可明细」	有效起止、剩余天数、许可类型、授权编号、客户、本机机器码、上次在线校验	剩余天数与到期日对不上，或**本机机器码**与申请时填的不一致，都说明这张码不是给这台机器的，需要换发。
③ 日志 `app.log`	启动时的校验记录	位置见附录 C。把它连同机器码、版本号一起发给官方，能省一轮来回。

状态以服务端为准。界面上显示的剩余天数只用于参考，是否放行仍由服务端记录决定； 断网时间过长会先转成「离线超时」，恢复联网后自动回到正常状态，不需要重新激活。

第 3 章　界面布局与通用操作

13 个模块长得几乎一样：左边填参数，右边看图形，下面导出。所以这一章讲的是**所有模块共用**的部分， 读完这一章，第 7 章的每个模块只需要看它独有的那几项参数。

3.1　三栏是怎么分的

工作区从左到右固定三栏，宽度不随窗口拉伸而乱变（窗口不够宽时出现横向滚动条，而不是把内容压扁）。 本手册把它们固定称为 **① 基本参数栏**、**② 构件参数栏**、**③ 预览与导出栏**，后文一律用这三个称呼：



图 3-1　工作区三栏全貌（此处把①栏与②栏一次拍全）：左为①基本参数栏，右侧上下两块为②构件参数栏（「齿轮参数」+「轮毂 Hub」）

栏位	里面有什么	改动影响谁
① 基本参数栏	设计模式、模数、压力角、螺旋角、齿制、精度、材料、热处理、图幅、输出目录	**整个模块。**这里改一个数，下面所有构件一起变。
② 构件参数栏	一颗齿轮（或一个构件）一列：齿数、变位、齿宽、中心孔、键槽、旋向、图号、轮毂	**只影响该构件。**齿轮副模式下有两列，各改各的。
③ 预览与导出栏	2D/3D 预览、仿真、参数总览、导出按钮、运行日志	不改变设计，只负责"看"和"出"。

> **每个参数右边的蓝色「?」圆钮**是该项的说明。鼠标停上去会显示中文解释、取值范围与建议， 拿不准某个参数该填多少时先看它，比翻手册快。

3.2 ① 基本参数栏逐项说明



图 3-2 ① 基本参数栏（以圆柱齿轮、单齿轮模式为例）：设计模式 → 公用基本参数 → 齿顶修缘 → 图纸与工艺 → 输出 → 啮合计算

设计模式

最上面一行下拉框决定这个面板当前算**一件**还是**一对**。圆柱齿轮有三项：

模式	含义与用法
单齿轮	只算一颗齿轮，出一张零件图。②栏只有「齿轮参数」一列。
齿轮副（两颗啮合）	算一对啮合齿轮。②栏变成「齿轮1（主动）」「齿轮2（从动）」两列，各自有齿数与变位； ③栏的仿真会按传动比联动转动，3D 导出为装配体。
双联齿轮（同轴两联）	同一根轴上两联齿轮一体加工。②栏变成「联1（主动）」「联2（从动）」， 并且多出一块「双联公用（同轴）」：联间间隔（隔套宽）、间隔段外径、中心孔/键槽宽/键槽深（两联共用）。

其他模块的设计模式：锥齿轮为「单齿轮 / 齿轮副（两颗啮合）」；齿轮齿条为「单齿轮（齿条） / 齿轮副（齿条+小齿轮）」； 内齿轮为「内齿轮（单件） / 内啮合副（小齿轮+内齿圈）」；销齿轮为「外摆线等距齿廓（标准销齿） / 齿条啮合（渐开线对比）」； 椭圆齿轮为「双叶互补共轭 / 单叶焦点式」。**没有设计模式下拉的模块**（蜗轮蜗杆、端面齿轮、行星轮系、链轮、皮带轮、 同步带轮、花键副）本身就是"一副"或"一件"的关系，直接按固定列布局。

公用基本参数

参数	说明
法向模数 mn	齿轮最基本的尺寸单位。下拉里是标准模数系列（GB/T 1357 第一/第二系列 + 小模数），**也可以直接手输**非标值。 其下方灰字 `mt = 2.0000` 是**派生显示**：端面模数 mt = mn / cosβ，直齿时等于 mn。
压力角 αn	默认 20°，可改 5°~45°。非标齿形（如 25°、14.5°）直接输。
螺旋角 β	**决定引擎走向**：β=0 按直齿轮算（各齿轮列的「旋向」自动置灰无效）； β>0 按斜齿轮算，法向参数自动换算到端面（mt=mn/cosβ、αt、xt=xn·cosβ）。
齿顶高系数 ha*	默认 1.00。短齿制填 0.8。
顶隙系数 c*	默认 0.25。短齿制常用 0.3。
齿根圆角 ρ*	默认 **0.30**（见 1.4 节约定）。按滚刀齿顶圆角展成过渡曲线。
齿制标准	可选 `GB/T 1356（国标）`、`DIN 867（德标）`、`JIS B 1701（日标）`、 `AGMA 201.9（美标）`，以及你自建的「企业标准 1/2/3」。**选标准会自动填 ha*/c*/ρ* 预设**，之后仍可手改。
企业标准	齿制标准下方的按钮，打开「企业标准」编辑窗（见 3.9 节）。
齿向鼓形 Cβ	齿宽方向的鼓形修形量，0 表示不修形。用于改善偏载。
切顶量	齿顶额外切除量，0 表示不切。
建模齿数	**只影响 3D 模型，不影响出图。**三项：`全部齿（默认）`、`仅前 10 齿（便于 CAD 内扩阵列）`、`不建模齿（光坯）`。 大齿数齿轮选"仅前 10 齿"能显著减小 STEP 体积、加快导出。

> **双联模式专用：**切到「双联齿轮」后，公用栏底部会出现「侧隙 j（齿厚减薄）」——因为两联同轴一体、 共用一个侧隙。单齿轮与齿轮副模式下这一项**不显示**，侧隙在各自的齿轮列里单独给。

齿顶修缘（自定义）

参数	说明
修缘量 Ca (mm)	齿顶沿齿廓方向的修缘深度，0 = 不修缘。
起始位置 hsp	修缘起点在齿高方向的位置系数（默认 0.50，即从齿高中部开始过渡）。
修缘形状	`抛物线`（默认，过渡平滑）或 `线性`（直线倒角，便于磨削）。

图纸与工艺

这一组决定"图纸长什么样、按什么工艺做"，全部会写进 DWG/PDF 的标题栏与技术要求。

参数	可选值 / 说明
图幅	`A3`（默认）、`A4横版`、`A4竖版`、`A2`、`A1`、`A0`。 带国标机械图框与完整标题栏。
精度等级	默认 **8** 级（GB/T 10095.1）。填 6~12 的整数，影响齿距/齿廓公差与技术要求措辞。
加工工艺	`滚齿`（默认）、`插齿`、`滚齿+剃齿`、`滚齿+磨齿`、 `渗碳淬火+磨齿`、`氮化`、`注塑`。选哪个会改变技术要求条目与推荐的粗糙度。
材料	内置 12 种常用牌号：45钢、40Cr、35CrMo、42CrMo、40MnB、45Mn2、30CrMnTi、20Cr、20CrMnTi（默认）、 20CrMnMo、20CrNiMo、20MnCr5。**自建材料**请用「材料库」（6.1 节），建完会自动出现在这个下拉里。
热处理	不处理、正火、调质（220~250 / 240~280 / 280~320 / 300~330 HBW）、整体淬火（45~50 / 50~55 HRC）、 表面淬火（40~45 / 45~50 HRC）、高频淬火（48~55 HRC）、渗碳淬火 58~62HRC（默认，附"有效硬化层深度按图样规定"）。
齿面粗糙度	Ra 0.4 / 0.8 / 1.6（默认）/ 3.2 / 6.3 / 12.5，标注在齿面。

输出

只有一项「目录（自定义）」加一个「...」按钮：显示当前输出目录，点「...」改目录（与左侧栏「资料输出目录」是同一个设置）。 不同模块这里可能还多一个**「图号」**输入框，例如锥齿轮、齿条、蜗轮蜗杆等，用来填标题栏的图号。

啮合计算（自动）

这一组是**只读结果**（灰色横线 `–` 表示当前模式还没算啮合）：

项	含义
传动比 i	z_2 / z_1
标准中心距 a	不加减速变位时的理论中心距
实际中心距 a'	按当前变位算出的实际安装中心距

项	含义
啮合角 α′	实际啮合角
手动指定中心距	勾选后，下面的「中心距 a′ 指定值」生效：**反过来约束变位。** 用于"箱体中心距已经定了，要凑这对齿轮"的场合。

3.3 ② 构件参数栏（齿轮列）



图 3-3 「齿轮参数」列（单齿轮模式）：齿数、变位、齿宽、中心孔、键槽、侧隙、图号、旋向

参数	说明
齿数 z	整数。少齿数（z<17 直齿）会触发根切提示，通常用正变位解决。
变位系数 x	径向变位系数，可为负。0 = 标准齿轮。齿轮副两列各自独立。
齿宽 b (mm)	齿部宽度。斜齿时是**实际齿宽**（不是法向宽度）。
中心孔 ⌀ (mm)	轴孔直径。填 0 表示不建模内孔（实心齿轮）。
键槽宽 / 键槽深 t₁	轴孔上的键槽。宽填 0 表示不开键槽；填了宽就要给深。
侧隙 j（齿厚减薄）	把齿厚减薄 j，**齿顶圆与齿根圆不变**。单齿轮模式下就是这颗齿轮的侧隙。
图号	写进标题栏。默认 `TJ-G-0020` 这类格式，可改成你自己的编号规则。
旋向	右旋 / 左旋。**β=0（直齿）时置灰无效**；斜齿时必须给，齿轮副两列要互反（软件会在你改一列时提示另一列）。

3.4 ② 构件参数栏（轮毂 Hub）



图 3-4 「轮毂 Hub」列：把轴孔两侧的凸台、倒角、紧定螺钉、腹板一次定义清楚

参数	说明
轮毂1 ⌀d1 / 伸出 l1	一侧轮毂的外径与轴向伸出长度。0 = 该侧无轮毂（平的）。
轮毂2 ⌀d2 / 伸出 l2	另一侧，含义同上。
端部倒角 C	轮毂端面外圆倒角。
孔口倒角 C	轴孔孔口倒角（装配导向用）。
紧定螺钉 ⌀	轮毂上的紧定螺钉孔径，0 = 不打。
键槽位置	`齿槽中心`（默认，键槽对准齿槽）或 `齿中心`（键槽对准齿）。**这是装配相位的关键**，出图与 3D 都按它。
腹板厚 s / 腹板外径 d_w	大直径齿轮做成腹板式时填这两项；0 = 实心（或按轮毂+齿圈直接连）。

> **键槽位置别乱改。**它决定"齿对着键槽还是槽对着键槽"。同一台机器上两颗啮合齿轮如果相位搞反， 装配后啮合侧隙会明显不对。改之前先确认对方的相位。

3.5 ③ 预览与导出栏：预览工具条

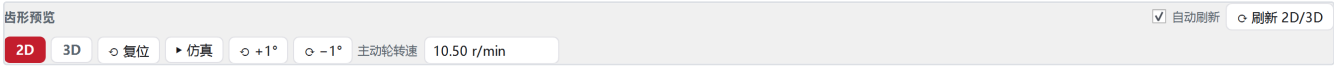


图 3-5 预览区顶部工具条（左：2D/3D、复位、仿真、步进 ±1°、主动轮转速；右：自动刷新、刷新 2D/3D）

控件	作用
2D / 3D	切换视图。2D 是端面齿形的工程画法（等比例、可缩放），3D 是可旋转的实体。

控件	作用
↺ **复位**	**回到初始视角**（不是复位参数！）。视图被拖乱了、缩得太小太大时点它。
▶ **仿真**	播放啮合运动。齿轮副按传动比联动两轮转动；再点一次停止。
↺ **+1° / ↻ −1°**	**步进转动**：每点一下主动轮精确转 1°（逆时针 / 顺时针）。 **长按则以每秒 5 次连续转**，松开即停。逐齿对齿、看啮合起步位置时用。
主动轮转速	仿真转速，默认 10.50 r/min。只影响动画快慢，不影响任何计算与出图。
✓ **自动刷新**	默认勾选：改任意参数即自动重算 2D/3D。**机器较慢时取消勾选**， 改完一批参数再点右边的「↻ 刷新 2D/3D」，避免边输边算卡顿。
↻ **刷新 2D/3D**	按当前参数强制重算一次。取消自动刷新后靠它。

3.6 2D 与 3D 视图怎么操作

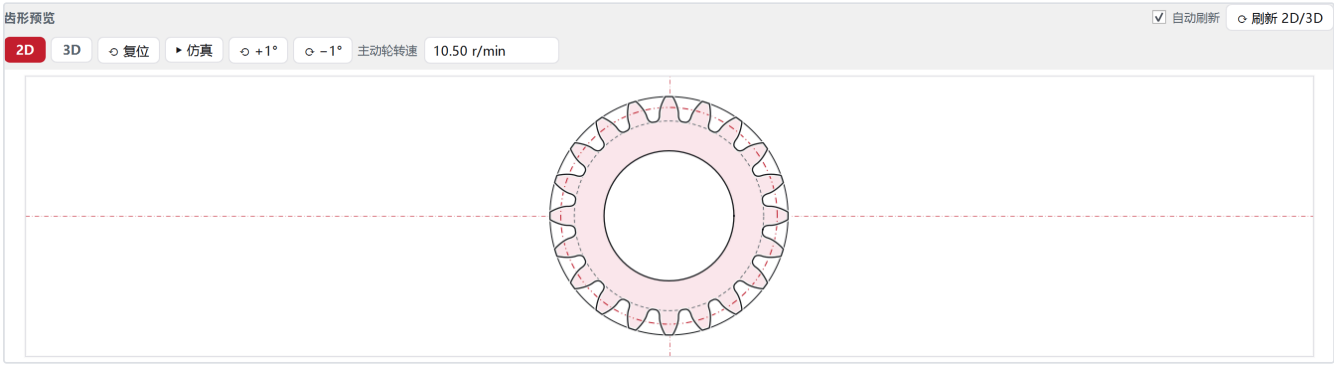


图 3-6 2D 预览：端面齿形按 1:1 等比例绘制，中心线与分度圆用点划线表示

2D 视图是端面齿形的工程画法，齿廓由展成引擎逐点算出（与导出的 DWG 同源），因此可以放心用鼠标量比例。 鼠标操作：

- **滚轮**：以光标为中心缩放。
- **按住右键拖动**：平移。
- **双击**：复位视图（等同工具条的「↺ 复位」）。

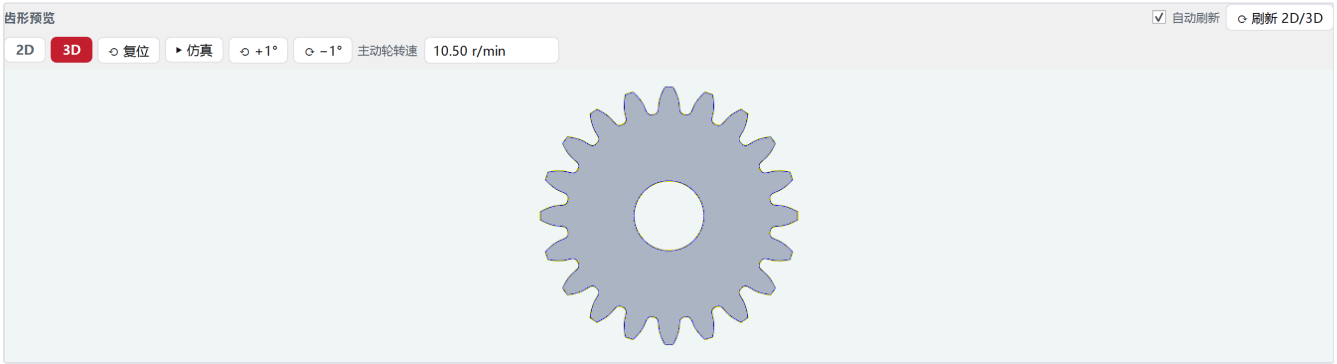


图 3-7 3D 预览：真实实体模型，可直接旋转检查齿形、键槽与轮毂

3D 视图是实体模型（与导出的 STEP 同源）。鼠标操作：

- **按住左键拖动**：旋转模型。

- **滚轮**：缩放。
- **按住右键拖动**：平移。
- **双击**：复位。

> 3D 默认走显卡 OpenGL 渲染，画面更平滑。个别机器（远程桌面、虚拟机、老旧驱动）建不了 OpenGL 上下文时， 软件会**自动退回软渲染**——能看、能转，只是边缘略糙，不影响导出。

3.7 参数总览与派生尺寸

③栏中下部有两个折叠区，用来"核对"而不改数：



图 3-8 参数总览（折叠）与派生尺寸（展开）：红色表头行是分组名，右侧一列是计算结果

区域	说明
▸ **参数总览（50 项 / 5 组）**	点一下展开，按分组列出**全部输入参数与派生值**，用于整体核对。 右侧的「复制全部参数」把这一整页复制成文本，可直接粘给同事或贴进工单。
▾ **派生尺寸（只读，14 项）**	按行列出核心尺寸：齿顶圆直径 da、齿根圆直径 df、分度圆直径 d、节圆直径 d′、基圆直径 db…

区域	说明
汇总行（灰底小字）	一行压缩显示关键值，例如 `派生 d=40.00 da=44.00 df=35.00 db=37.59 | ha=2.00 hf=2.50 h=4.50 s=3.142 | k=3 Wk=15.321(0/-0.083) M=44.873(dp3.48)`。 抄尺寸、报数时看这一行最快。
✓ 几何校验全部通过	绿色一行表示几何自检通过（两套方法交叉互证）。**如果这里是红色**，说明当前参数组合有矛盾（例如齿顶圆小于齿根圆）， 先改参数再出图。

> **「k=3 Wk=15.321(0/-0.083)」怎么读：** k 是公法线跨齿数，Wk 是公法线长度，括号里是该精度等级下的公差 （上偏差 0、下偏差 −0.083）。车间量公法线就用这一组数，**与参数表、图纸标注完全同源**。

3.8 保存参数与打开参数

③栏导出区里有 💾 **保存参数** 与 📂 **打开参数** 两个按钮，用于把当前面板的全部输入存成一个 `.tjp` 参数文件。

- **保存参数**：把①栏与②栏的全部输入（含材料、热处理、图幅、图号、轮毂等）存成 `.tjp`。 **不含**计算结果（结果永远按参数现算，避免存了旧结果）。
- **打开参数**：选一个 `.tjp`，自动回填到界面并重算。

适用场景：同一系列产品的标准齿轮，做一次存成模板；下次直接"打开参数"，改两个数就能出图。 也可以把 `.tjp` 发给同事，对方打开后参数一模一样。

3.9 自定义技术要求

导出的 DWG / PDF 图纸右下角有《技术要求》。软件会按加工工艺、精度、材料**自动生成**一套； 如果你厂里有固定写法，可以自己改。

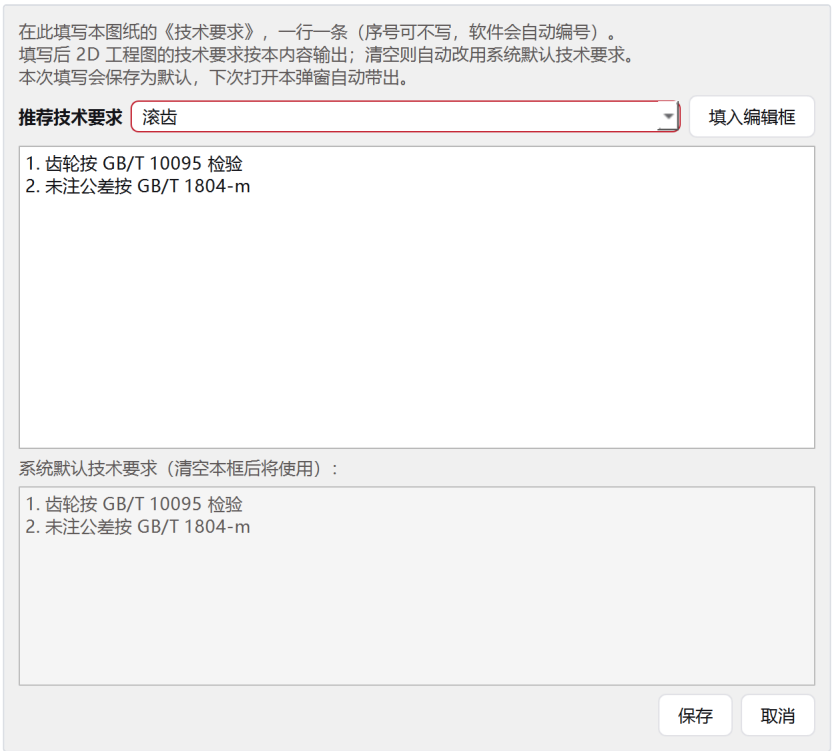


图 3-9 「自定义技术要求」：上方为编辑框，下方灰底为系统默认内容（清空编辑框就回到默认）

1. 点③栏的**「自定义技术要求」**。
2. 在编辑框里一行写一条（**序号可不写，软件自动编号**）。
3. 「推荐技术要求」下拉里按当前工艺给了模板，点**「填入编辑框」**可一键套用再微调。
4. 点**「保存」**。填写内容会**记住**，下次打开本弹窗自动带出。

> 留空 = 使用系统默认。想让图纸回到默认写法，把编辑框内容全删掉保存即可（下方灰底区始终显示"清空后将使用"的默认内容，方便对照）。

3.10 企业标准

点①栏「齿制标准」下方的 **企业标准** 按钮，打开企业标准编辑窗。最多可配 **3 套**， 每套定义一组基本齿廓参数，配好后会出现在「齿制标准」下拉里（显示为「企业标准 1/2/3」）。



图 3-10 「企业标准」编辑窗：先选槽位，再填 5 个基本齿廓系数

字段（界面原文）	对应中文含义
Coefficient Addendum ha*	齿顶高系数 ha*（0 < ha* < 2）
Coefficient Clearance c*	顶隙系数 c*（0 ~ 1）
Coefficient Clearance Additional	附加顶隙（mm，线性值，不随单位换算）
Coefficient Fillet ρ*	齿根圆角系数 ρ*（0 < ρ* ≤ 1）
Pressure Angle Normal αn	法向压力角 αn（度）

底部四个按钮：**保存本槽位**（写入）、**清空本槽位**、**备份导出 Backup**（存成文件分发同事）、 **恢复导入 Restore**（在新机器上还原）。最下面一行显示配置文件的实际路径，便于备份排查。

3.11 运行日志与状态提示

③栏最底部是一块深色日志框（图 3-11 中的黑色区域），以及一行状态文字。它们是你排查问题的第一现场：

- **状态行**：显示「✓ 计算完成」「✓ 几何校验全部通过」之类的结论。
- **设计提示框**（浅红底）：显示当前参数组合的风险提示，例如根切、齿顶变尖、重合度不足。 **它是提示不是拦截**——多数情况仍可出图，但要自己判断能不能用。
- **运行日志**（深色框）：每次导出都会写一行，含**实际落盘的完整路径**与文件大小。 找不到导出文件时看这里。



图 3-11 ③栏底部的导出区与运行日志（深色框）。四行按钮依次是：导出 2D 工程图、线割图、导出 3D、报表；再下面是六个高级工具与材料库

这四行按钮的完整用法见第 5 章；高级工具（参数寻优、微点蚀、综合检验、配平变位、测绘反求、检测图、胶合·修形、材料库）见第 6 章。

第 4 章　完整设计流程（以圆柱齿轮副为例）

这一章把"从打开软件到拿到可交付的图纸"走一遍。用的例子是一对最普通的直齿圆柱齿轮： 模数 2、齿数 20 / 40、齿宽 40、材料 20CrMnTi 渗碳淬火、精度 8 级。走完这一遍， 其余 12 个模块只是参数名不同，流程完全一样。

4.1　七步流程

步骤	做什么	对应位置
1	选模块、选设计模式	左侧导航 → 「圆柱齿轮设计」；①栏「设计模式」→ 齿轮副（两颗啮合）
2	填公用基本参数	①栏「公用基本参数」
3	填图纸与工艺	①栏「图纸与工艺」
4	填两颗齿轮的参数	②栏「齿轮1（主动）」「齿轮2（从动）」
5	看预览、跑仿真确认啮合	③栏 2D / 3D / ▶ 仿真
6	看提示、做强度校核	③栏设计提示框、♡ 校核报告
7	导出图纸与模型	③栏「导出 2D 工程图」「导出 3D」

4.2　步骤 1：选模块与模式

左侧导航里点**「圆柱齿轮设计（直齿 / 斜齿 / 双联）」**，再把①栏最上面的「设计模式」改成 **「齿轮副（两颗啮合）」**。改完这一下，②栏会从一列变成两列（齿轮1 / 齿轮2）， ③栏的预览也会同时画出两颗齿轮并标出中心距。

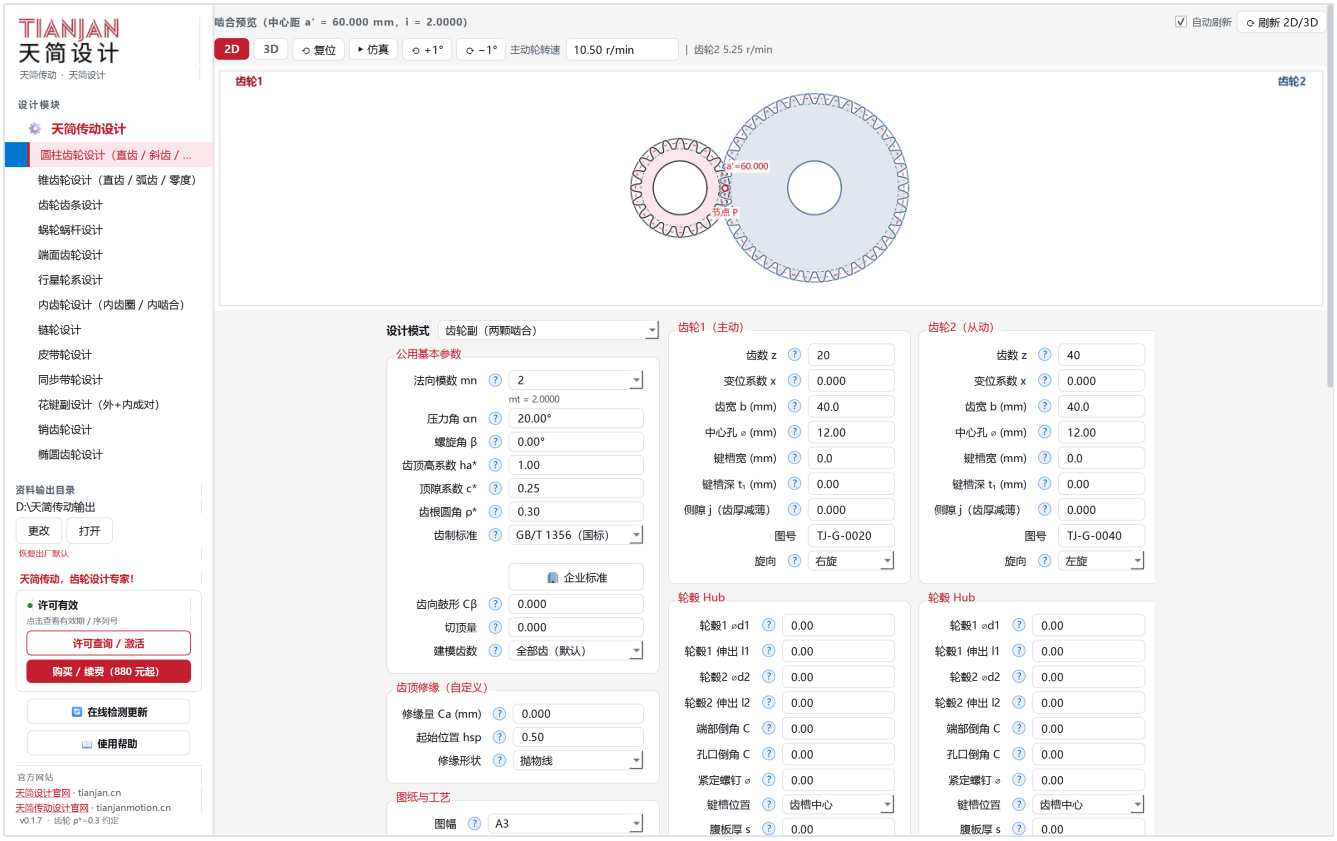


图 4-1　切到「齿轮副」后的界面：②栏分成「齿轮1（主动）」「齿轮2（从动）」两列；预览区标题显示中心距 a′ 与传动比 i

> 注意预览区标题变成了**「啮合预览（中心距 a′ = 60.000 mm，i = 2.0000）」**——这两个数不是你填的，是软件按两轮齿数与变位算出来的。工具条右侧还多了一个只读的**「齿轮2 5.25 r/min」**，表示当前转速下从动轮的转速，用来核对传动比是否符合预期。

4.3　步骤 2：填公用基本参数

按顺序填，顺序不要打乱（后面的项依赖前面的项）：

项	本例取值	说明
法向模数 mn	2	下拉选 2，或直接输入。下方立刻显示 mt = 2.0000（直齿 mt=mn）。
压力角 αn	20.00°	默认值，不用改。
螺旋角 β	0.00°	**本例是直齿，保持 0。**若要斜齿，这里填角度，再去②栏给旋向。
齿顶高系数 ha*	1.00	标准齿制。
顶隙系数 c*	0.25	标准齿制。
齿根圆角 ρ*	0.30	软件约定值，别改（见 1.4 节）。
齿制标准	GB/T 1356（国标）	选它会把上面三个系数重置为国标预设。
齿向鼓形 Cβ	0.000	不修形。

项	本例取值	说明
切顶量	0.000	不切顶。
建模齿数	全部齿（默认）	要出完整 3D 就保持默认；只要看形状可选“仅前 10 齿”。

4.4 步骤 3：填图纸与工艺

项	本例取值	说明
图幅	A3	单颗齿轮的零件图，A3 足够。
精度等级	8	GB/T 10095.1 的 8 级，通用机械常用。
加工工艺	滚齿	本例齿面不淬硬，滚齿即可。
材料	20CrMnTi	渗碳钢，与下面的热处理配套。
热处理	渗碳淬火 58~62HRC	与材料配套。若选 45 钢配渗碳淬火，软件会在提示里提醒不匹配。
齿面粗糙度	Ra 1.6	滚齿后常见值；磨齿可给 0.8 或 0.4。

> **材料与热处理必须配套。**常见错配是“45 钢 + 渗碳淬火”（45 钢含碳量高，不适合渗碳）或 “20CrMnTi + 调质”（渗碳钢不渗碳就没有表面硬度）。软件会提示，但不会拦你——出图前自己确认一遍。

4.5 步骤 4：填两颗齿轮

项	齿轮1（主动）	齿轮2（从动）	说明
齿数 z	20	40	传动比 i = 40/20 = 2.0000，与预览标题一致。
变位系数 x	0.000	0.000	标准齿轮。要凑中心距或避免根切再改。
齿宽 b	40.0	40.0	两轮取同宽最简单；实际常用“小轮略宽 2~5mm”。
中心孔 ⌀	12.00	12.00	按轴径填。
键槽宽 / 深 t_1	0.0 / 0.00	0.0 / 0.00	本例用紧定螺钉固定，不开键槽。
侧隙 j	0.000	0.000	需要保证侧隙时填，例如 0.05~0.15（按模数与精度取）。
图号	TJ-G-0020	TJ-G-0040	会写进标题栏。
旋向	右旋	左旋	**直齿时置灰无效**；斜齿时必须互反。

填完齿宽 40 后，③栏的派生尺寸会立刻更新。此时把「参数总览」展开，可以逐项核对：

- d_1 = 40.00、da_1 = 44.00、df_1 = 35.00（= m(z+2) 与 m(z−2.5)，与标准公式自洽）
- d_2 = 80.00、da_2 = 84.00、df_2 = 75.00

- 中心距 a′ = 60.000（= (40+80)/2）

> **自查小技巧：**da 应当等于 m(z+2)，df 应当等于 m(z−2.5)（标准齿制、x=0 时）。 如果对不上，八成是模数或齿数填错了——这比看图纸快得多。

4.6 步骤 5：看预览、跑仿真

先看 2D：两颗齿轮应当正确啮合，齿与齿槽之间留有一致的侧隙，没有重叠。再看 3D：

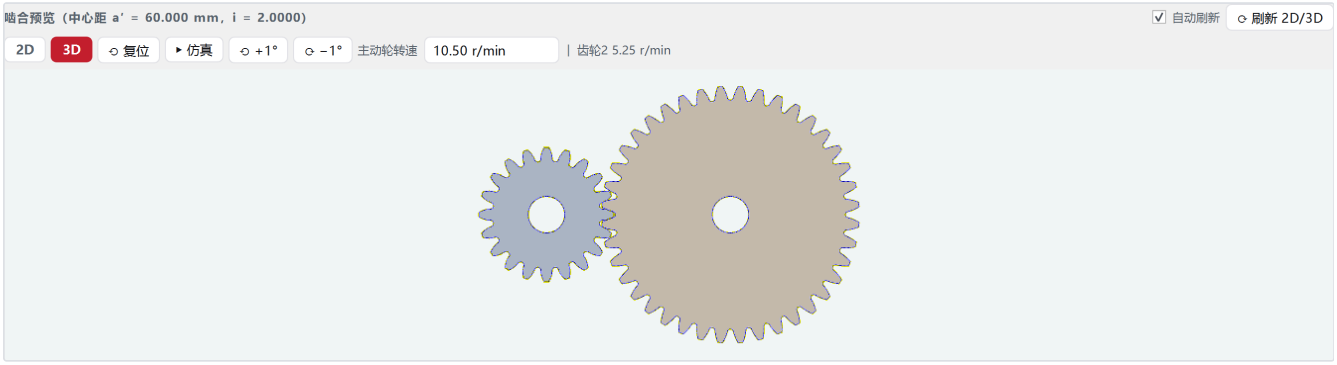


图 4-2 齿轮副 3D 预览：两颗齿轮按实际中心距与相位装配，可直接旋转检查啮合与干涉

点「▶ **仿真**」，两轮会按传动比联动转动。仿真时重点看三件事：

1. 两轮是否**始终贴合**（不脱开、不穿插）；
2. 齿顶与对方齿根是否**留有顶隙**；
3. 转到任意角度，侧隙是否**均匀**（忽大忽小说明变位或中心距有问题）。

要逐齿检查，用 ↻ **+1°** 一下一下点（长按可连续）。比起动画，步进更容易看清齿面接触的位置。

4.7 步骤 6：看提示、做校核

③栏的**设计提示框**（浅红底）会自动给出风险提示。本例中应当没有根切、齿顶变尖之类的问题； 如果出现了，按提示改参数（通常是加大变位或增加齿数）。

接着点「♡ **校核报告**」，在报告窗口里填工况：传递功率、输入转速、设计寿命、工况系数、 支承布置、精度等级、可靠度要求，然后点「重新校核」。本例在 5 kW / 1500 r/min / 20000 h、 均匀平稳工况下的结果是：

指标	计算值	结论
齿面接触安全系数 S_H	1.29	满足（允许最小 1.1）
齿根弯曲安全系数 S_F	2.23	满足（允许最小 1.4）
接触应力 σ_H	755.9 MPa	校核合格
弯曲应力 σ_F	128.3 / 118.5 MPa	

完整读法与各项含义见 5.7 节。

4.8 步骤 7：出图与交付

确认无误后按顺序导出：

1. **生成 DWG**——正式零件图，带国标图框、标题栏、技术要求、参数表。交加工厂用这个。
2. **生成 PDF**——与 DWG 同源的矢量图，给不看 CAD 的人评审用。
3. **生成 3D**——STEP 模型，给装配、干涉检查、3D 打印用。齿轮副模式下导出的是**装配体**。
4. 需要线割的（例如内齿圈、花键），再点**「生成线割 DWG」**（1:1、无图框，只留轮廓）。
5. 归档时把**参数表**与**校核报告**一并导出，图纸 + 计算书成套。

每次导出后，③栏运行日志都会写一行实际路径。全部文件都在「资料输出目录」下，按模块分子目录。

> **建议的交付清单：**DWG（加工）+ PDF（评审）+ STEP（装配）+ 参数表（检验）+ 校核报告（留档）。 五份一起给，客户与车间都不会再来回问参数。

第 5 章　导出与交付物

5.1　能导出什么

③栏下半部分的按钮，全部围绕"把设计变成可交付的文件"。一共七类产出：

按钮	产出	什么时候用
生成 DWG	真 DWG（不是改名的 DXF），带国标图框与标题栏	交加工厂、存档
生成 PDF	与 DWG 同源的矢量 PDF，图幅/比例一致	外发评审、打印、归档
生成线割 DWG / 生成线割图	1:1、**无图框无标注**，只留轮廓	线切割厂直接开料
生成 3D（STEP）	通用三维交换格式	装配、干涉检查、3D 打印
📍 **坐标点**	端面齿形离散点 CSV（Excel）+ DXF 闭合多段线	五轴编程、三坐标检测、齿形磨削
📊 **参数表**	分组参数清单，可导出 EXCEL	交图前自查、随图归档
🛡 **校核报告**	强度校核结果与结论，可出 PPT / 计算书 PDF	方案评审、技术沟通、留档

5.2　导出 2D 工程图

导出区第一行是「导出 2D 工程图」：



图 5-1　③栏导出区：第一行 2D 工程图（本齿轮 ▾ / 生成 DWG / 生成 PDF / 自定义技术要求 / 保存参数 / 打开参数）； 第二行线割图；第三行 3D；第四行报表与高级工具

控件	说明
本齿轮 ▾	选择出**哪一件**的图。齿轮副模式下可分别出「齿轮1」「齿轮2」； 多构件模块（行星、花键、销齿轮等）在这里切换构件。**一次只出一件。**
生成 DWG	生成正式零件图。图幅、标题栏、技术要求、参数表全部按①栏设置。
生成 PDF	与 DWG 同源同比例，只是格式不同。不开 CAD 也能看。

控件	说明
自定义技术要求	改图纸右下角的《技术要求》（3.9 节）。
💾 保存参数 / 📂 打开参数	存 / 读 `.tjp` 参数文件（3.8 节）。

DWG 里到底有什么

- **国标机械图框**（按①栏「图幅」），带完整标题栏。
- **主视图 + 必要的剖视/局部放大**，齿形按 1:1 展成结果绘制（不是示意圆弧）。
- **尺寸与公差**：分度圆、齿顶圆、齿根圆、齿宽、中心孔、键槽、公法线（k、Wk 及上下偏差）等。
- **参数表**（右上角）：模数、齿数、压力角、变位、精度等级、配对齿数、中心距等。
- **技术要求**：按材料/热处理/工艺/精度自动生成，或你自定义的内容。

> 出图后先在 CAD 里打开看一眼**图框是否匹配你的打印机**。A3 图框打 A4 会缩一半，这是打印机设置问题，不是软件问题。

5.3 线割图（1:1 无图框）

线割图是给线切割机床用的：**只有轮廓，1:1，没有图框、没有标注、没有标题栏。** 机床按它直接走丝，所以任何多余线条都是干扰。

模块	按钮	说明
圆柱齿轮	生成线割 DWG	下拉可选「本齿轮」/「齿轮1」/「齿轮2」
内齿轮	生成线割图	内齿圈轮廓
花键副	外花键 线割 / 内花键 线割	两个按钮分开出

> **DWG ≠ 线割图。**DWG 是给人和加工中心看的正式图纸；线割图是给机床看的纯轮廓。 把 DWG 直接丢给线割厂，对方要么让你重出，要么自己删半小时标注。

5.4 导出 3D（STEP）

第三行「导出 3D」，格式下拉当前只有 `STEP (.step)`——这是通用三维交换格式， SolidWorks、UG、Creo、Inventor、Fusion 360 都能直接打开，**不需要本机装任何 CAD。**

- **单件模块**导出一个零件。
- **齿轮副 / 多构件模块**导出的是**装配体**：各构件按实际中心距与啮合相位摆好，可以直接量干涉。
- 模型包含：齿廓（展成真齿形）、中心孔、键槽、轮毂、倒角、腹板。
- 齿数很多时，把①栏「建模齿数」改成「仅前 10 齿」能大幅减小文件、加快导出。

5.5 坐标点导出

点「📍 **坐标点**」导出端面齿形的离散点：

- **CSV**：Excel 可直接打开，一行一个点（X, Y）。

- **DXF**：1:1 闭合多段线，可直接导入 CAM。
- 斜齿轮另出**齿面 XYZ 分层点**，供五轴编程或三坐标检测使用。

这套点与出图、STEP **完全同源**（同一个展成引擎），所以拿去做检测基准是可靠的。

5.6 参数表

点「📊 **参数表**」，打开参数表副页。它是一个独立窗口（非模态），可以一边看一边改主界面参数。

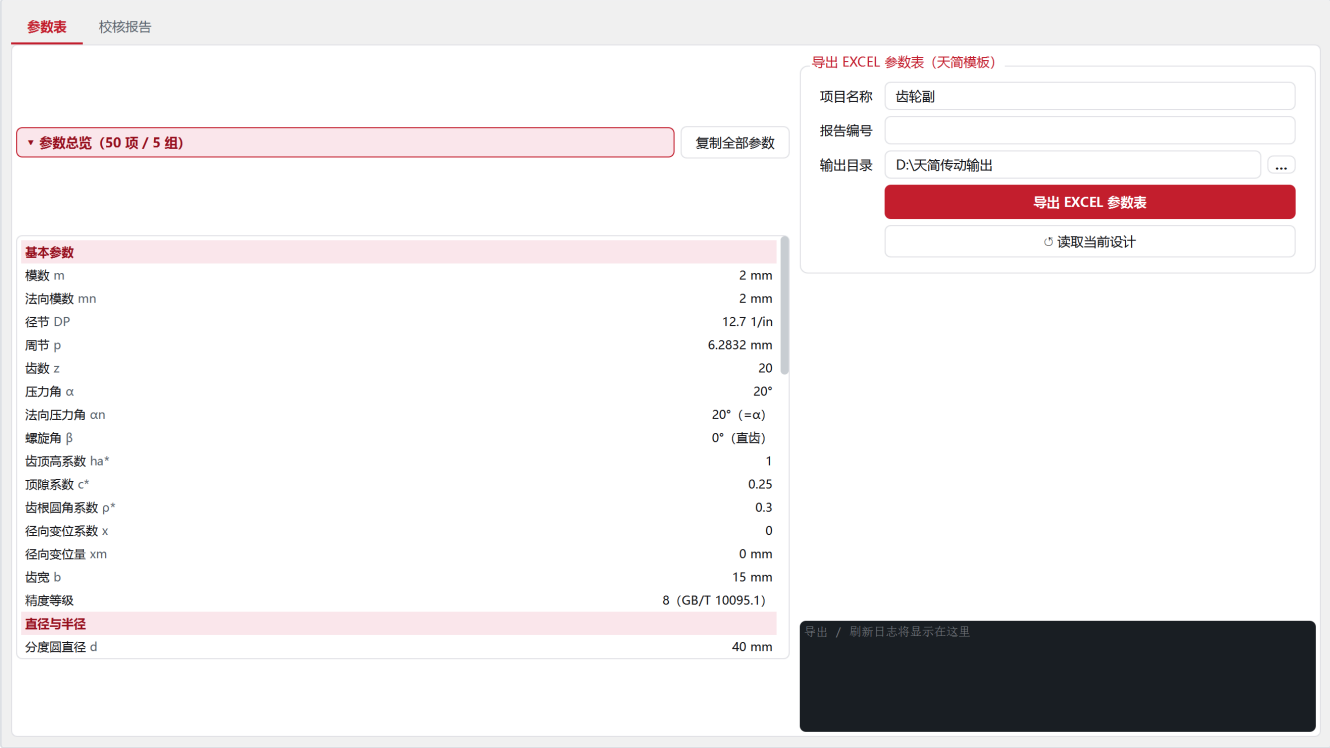


图 5-2 「参数表」窗口：左侧为分组参数清单（可折叠「参数总览」），右侧为「导出 EXCEL 参数表（天简模板）」

区域	说明
顶部页签	**参数表 / 校核报告**，两个副页可随时切换，不用关窗口。
▸ 参数总览（50 项 / 5 组）	折叠的分组索引，点开可跳到对应分组。
复制全部参数	把整份参数复制成文本，可直接粘进工单、邮件、微信。
参数清单	按**基本参数**、**直径与半径**等分组列出每一项的符号与数值（例：模数 m = 2 mm、径节 DP = 12.7 1/in、 齿数 z = 20、基圆直径 db = 37.5877 mm）。
导出 EXCEL 参数表	右侧：填**项目名称**、**报告编号**、**输出目录**，点「导出 EXCEL 参数表」生成 Excel 版参数表（天简模板）。
读取当前设计	主界面参数改过之后，点它把最新值刷进本窗口。

5.7 校核报告

点「♡ **校核报告**」（或参数表窗口的「校核报告」页签）。左栏填工况与材料，右栏出结论。



图 5-3　「校核报告」：左栏为校核对象、工况与载荷、材料与热处理；右栏为结论横幅、两个安全系数与逐项计算明细

左栏：输入

区域 / 项	说明
校核对象 → 啮合	选择要校核的啮合副（例：`直齿轮副 m2 z20/40`）。 **单齿轮模式没有啮合副**，此处会提示"当前设计不支持强度校核"，并给一个「切换到「齿轮副」模式后校核」按钮。
传递功率 P	kW。默认 5.000。
输入转速 n₁	r/min。默认 1450.0。
设计寿命	小时。默认 20000 h。
工况（决定 K_A）	按使用场合选，直接决定使用系数 K_A。例：均匀平稳（电动机、汽轮机）。
支承布置	对称布置 / 非对称布置 / 悬臂，影响齿向载荷分布系数 K_Hβ。
精度等级	默认 8，影响动载系数 K_V。
可靠度要求	一般可靠度 / 较高可靠度 / 高可靠度，决定最小安全系数门槛。
材料与热处理	主动轮、从动轮各自的材料与热处理（默认取①栏设置）。蜗轮另有一行"蜗轮材料（青铜/铸铁）"。
σ 极限值覆盖	可选。填了就用你给的 σ_Hlim / σ_Flim，不填则按材料库取值。**有实测数据时填这里最可靠。**

右栏：结论怎么读

位置	含义
顶部横幅	绿色「校核合格」或红色「校核不合格」，并给出该啮合副的标识与关键应力。

位置	含义
S_H 齿面接触安全系数	大字号显示，下方一行「满足要求 / 不满足要求」与允许最小值（默认 1.1）。
S_F 齿根弯曲安全系数	同上，允许最小值默认 1.4。
一、载荷与啮合	转矩 T_1、圆周力 F_t、速度 v、传动比 u、重合度 ε_α / ε_β。
二、齿面接触强度	使用系数 K_A、动载系数 K_V、齿向/齿间载荷分布系数、弹性系数 Z_E、节点区域系数 Z_H、重合度系数 Z_ε…

底部按钮

按钮	作用
重新校核	按左栏当前输入重算一遍（改了功率/转速/材料后必须点）。
导出 EXCEL（含校核页）	把参数表与校核结果一起导出成一个 Excel 工作簿。
一键生成 PPT 报告	生成评审用的 PPT（方案对比、结论页），可直接拿去开会。
计算书 PDF	生成可直接打印、盖章归档的强度校核计算书。
材料库	打开材料库（6.1 节），补录材料后回来重算。

> **校核不合格怎么办（按优先级）：** ① 加大齿宽 b（最直接，S_F 与 S_H 同时上升）； ② 改材料或热处理（提高 σ_Hlim / σ_Flim）； ③ 加大模数（尺寸允许时最彻底）； ④ 用「🎯 参数寻优」批量找一组更好的 z/x 组合（6.2 节）。

5.8 三种格式的区别（最容易搞混）

格式	用途	注意
DWG	正式出图 / 交付	含图框、标题栏、标注、参数表、技术要求。**线割是另一个文件。**
PDF	评审 / 打印 / 归档	与 DWG 同源同比例，矢量不失真。不能编辑。
STEP	三维交换	齿轮副模式导出的是**装配体**，相位已对齐，可直接量干涉。

5.9 各模块可导出文件对照表

不同模块能出的文件略有差异，下表与面板上的按钮**逐项对应**（✓ = 有该按钮）。

模块	DWG	PDF	STEP	线割	坐标点	参数表/校核	其他
圆柱齿轮	✓	✓	✓	✓ 线割 DWG	✓	✓	参数寻优、微点蚀、综合检验、配平变位、测绘反求、检测图、胶合·修形
锥齿轮	✓	✓	✓	—	✓	✓	**生成齿形 DXF**
齿轮齿条	✓	✓	✓	—	✓	✓	—

模块	DWG	PDF	STEP	线割	坐标点	参数表/校核	其他
蜗轮蜗杆	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
端面齿轮	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
行星轮系	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
内齿轮	✓	✓	✓	✓ 生成线割图	✓	✓	—
链轮	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
皮带轮	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
同步带轮	✓	✓	✓	—	✓	✓	—
花键副	✓ 外/内各一	✓	✓	✓ 外/内各一	✓	✓	**偏差图 DWG**
销齿轮	✓ 两件套	✓	✓ 两件	—	✓	✓	—
椭圆齿轮	✓ 两件套	✓	✓ 两件	—	✓	✓	—

「材料库」与「自定义技术要求 / 保存参数 / 打开参数」在**所有模块**都有； 「参数寻优、微点蚀/磨损、综合检验、配平变位、测绘反求、检测图、胶合·修形」这一组**只有圆柱齿轮面板**提供， 因为它们是围绕渐开线圆柱齿轮的强度与检测方法建立的。

第 6 章　设计工具（进阶）

这一章的八个工具都在**圆柱齿轮面板**的③栏底部（材料库在①栏材料下拉旁边也有入口）。 它们不改变"画图"这件事，而是帮你**把设计做对**：找更好的参数、校核更多失效模式、 把实物测绘回来、把成品检测出去。

工具	一句话说明	什么时候用
📚 **材料库**	录入自己的材料牌号与疲劳极限	材料不在内置 12 种里
🎯 **参数寻优**	批量穷举 z / x 组合并按权重打分	给定工况找最优参数
🩺 **微点蚀/磨损**	油膜厚度比 λ 与 Archard 磨损深度	高速重载、怕点蚀拉毛
🔍 **综合检验**	Master 齿轮双面啮合试验的 test radius 计算	做检验工装、定检测规
🎏 **配平变位**	按手册公式把总变位分给小轮/大轮	两轮弯曲强度不均衡
🔎 **测绘反求**	由实测尺寸反推 m / x / β	有实物没图纸
💉 **检测图**	录入实测齿距/齿廓/螺旋线，出偏差图	成品检验、出检测报告
🌡 **胶合•修形**	沿啮合线算滑动速度、比滑与摩擦功率	高速齿轮怕胶合

6.1　材料库

内置材料只有 12 种常用牌号。厂里用 38CrMoAl、17CrNiMo6、粉末冶金、工程塑料时，用材料库自己录。



图 6-1　「材料库」：左侧已有记录，右侧为本条记录的完整参数；底部是新建/复制/删除与备份/恢复

> **优先级：**这里录入的材料会**优先**参与强度校核（σ_Hlim / σ_Flim / E / ν 全按你填的取值），并自动出现在所有模块的「材料」下拉里。**一条记录 = 一个「材料牌号 + 热处理」组合**，同一牌号可以有多个热处理版本。

字段	说明
材料牌号 *	必填。下拉里显示的就是这个名字。
热处理 *	必填。与牌号一起构成唯一记录。
硬度	自由文本，例：`255~302HBW` / `≥700HV` / `邵氏D80`。
接触疲劳极限 σ_Hlim *	MPa。校核 S_H 的直接依据。
弯曲疲劳极限 σ_Flim *	MPa。校核 S_F 的直接依据。
工程塑料	勾选后按塑料口径处理（E/ν 与钢差两个数量级，务必核对）。
弹性模量 E / 泊松比 ν / 密度 ρ	钢默认 206000 MPa / 0.300 / 7.850 g/cm³。
玻璃化温度 / 长期耐热	塑料件才需要填（℃）。
备注	写数据来源（钢厂质保书、客户图纸、试验报告）——校核报告里会显示这段提示。

操作：**新建** → 填字段 → **保存本条**。已有记录可**复制**（改两个数就是新型号）或**删除**。 **备份导出**把整个库导成文件发给同事，**恢复导入**在新机器上还原。

> **数据从哪来：**优先用**钢厂质保书**或**试验报告**的实测值，其次用 GB/T 3480 的推荐值。 不要凭印象填——σ_Hlim 差 10%，安全系数就差 10%，直接影响结论。

6.2 参数寻优

给定工况与一个参数范围，软件把范围内所有 **z₁ / x₁ / x₂** 组合**逐组真算** （同一套几何 + GB/T 3480 强度 + 胶合引擎），再按可调权重打分排序。每行的 S_H / S_F / ξ_max / ε_α 都是引擎真值，可以逐行核对。

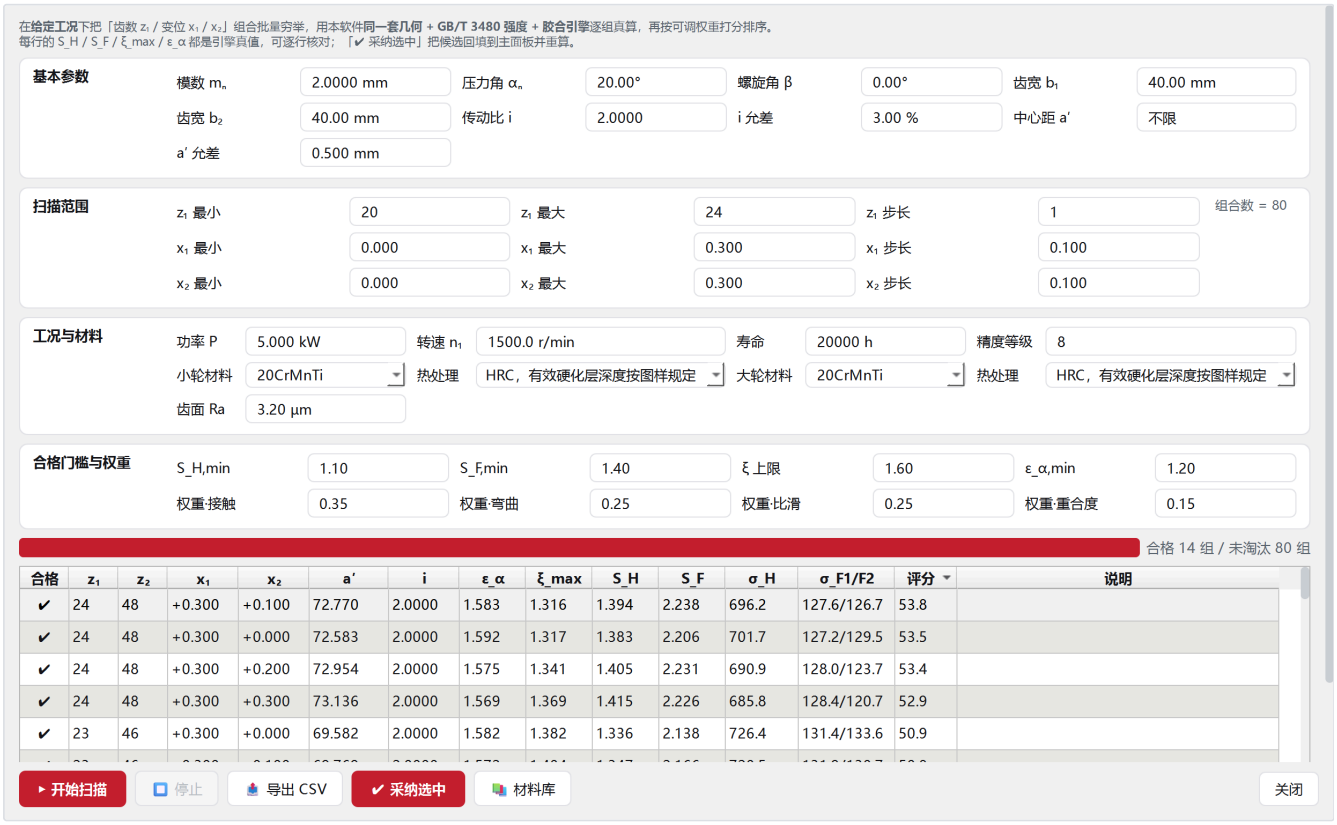


图 6-2 「参数寻优」：上半部为基本参数、扫描范围、工况与材料、合格门槛与权重；下半部为按评分排序的候选表

四个输入区

区域	要填什么
基本参数	模数 m_n、压力角 α_n、螺旋角 β、齿宽 b_1 / b_2、传动比 i（可给「i 允差」%）、中心距 a′（可给「a′ 允差」，不填=不限）。
扫描范围	z_1 最小/最大/步长、x_1 最小/最大/步长、x_2 最小/最大/步长。 右侧实时显示**组合数**——组合数上万时建议先缩小范围。
工况与材料	功率 P、转速 n_1、寿命、精度等级、小轮/大轮材料与热处理、齿面 Ra。与校核报告同一套口径。
合格门槛与权重	**S_H,min**（默认 1.10）、**S_F,min**（1.40）、**ξ 上限**（1.60）、**ε_α,min**（1.20）； 四项权重：接触 0.35、弯曲 0.25、比滑 0.25、重合度 0.15（合计 1.00）。

操作与结果

1. 点**「▶ 开始扫描」**。进度条走完后，表格按「评分」从高到低列出候选，状态行显示 **「合格 14 组 / 未淘汰 80 组」**这类统计。
2. 表格列：合格、z_1、z_2、x_1、x_2、a′、i、ε_α、ξ_max、S_H、S_F、σ_H、σ_F1/F2、评分、说明。 带 ✓ 的是通过全部门槛的。
3. 选中一行 → 点**「✓ 采纳选中」**，参数直接回填主面板并重算。
4. **「导出 CSV」**把整张表存下来，便于做方案对比。

> **权重决定结论。**把「接触」权重调高，结果会偏向大齿宽/大变位；把「重合度」调高会偏向多齿数。 **先想清楚这台机器最怕什么**（点蚀？断齿？胶合？），再调权重，否则会得到"数学上最优、工程上没用"的解。

6.3 微点蚀 / 磨损评估

工程简化评估，用于**方案比较**（改模数/变位/油品/粗糙度后风险往哪走），不作验收依据。

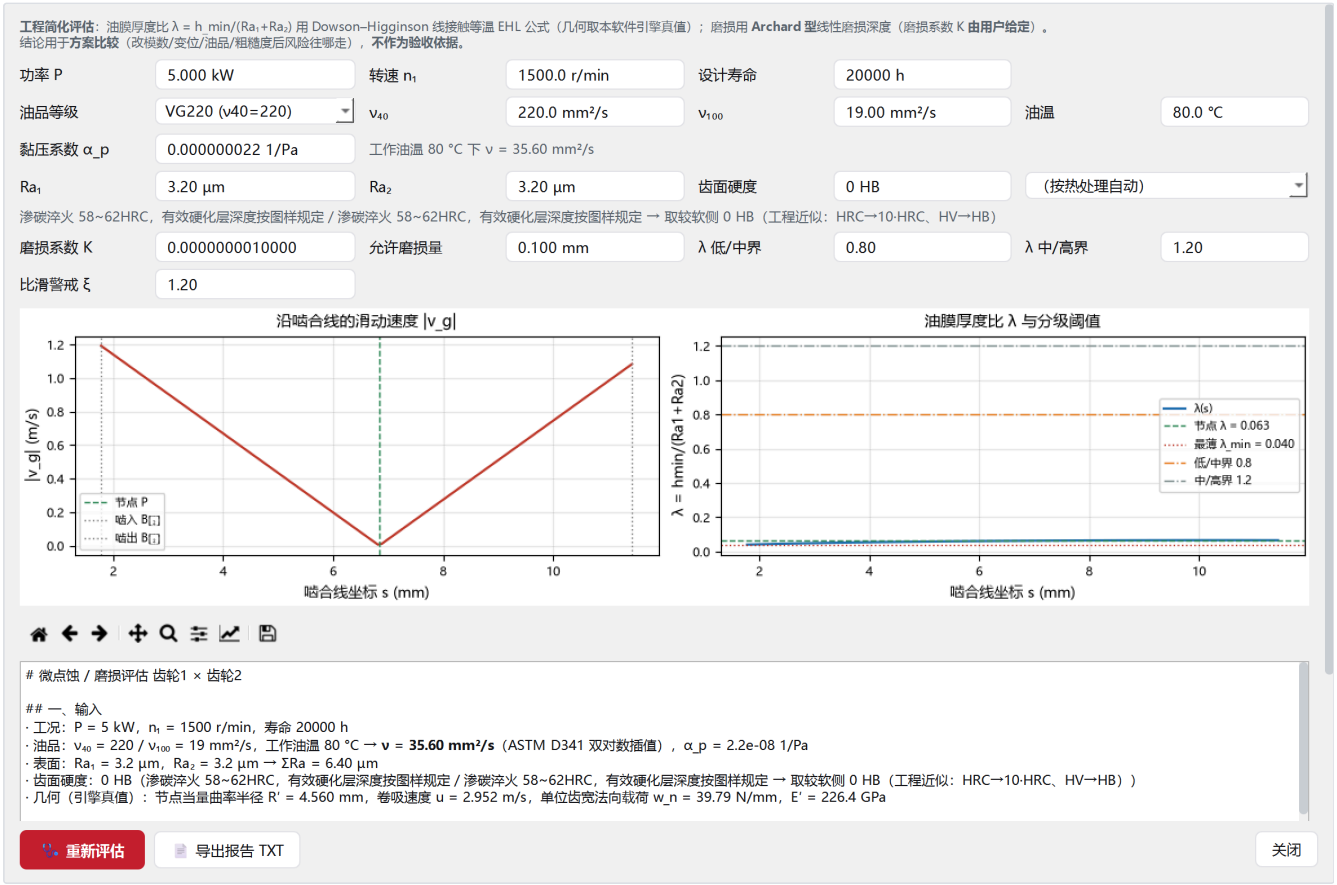


图 6-3 「微点蚀 / 磨损」：上部为输入与分级阈值，中部两张曲线（滑动速度、油膜厚度比 λ），下部为文字报告

输入	说明
功率 P / 转速 n_1 / 设计寿命	工况三件套。
油品等级	例 `VG220（v40=220）`。改它自动带出 v40 / v100。
v40 / v100	40℃ 与 100℃ 运动黏度（mm²/s）。

输入	说明
油温	默认 80.0℃。软件按它插值出工作黏度（例：80℃ 下 v = 35.60 mm²/s）。
黏压系数 α_p	1/Pa。矿物油约 2.2e−8。
Ra_1 / Ra_2	两轮齿面粗糙度（μm），直接进 λ 公式。
齿面硬度	0 HB 表示「按热处理自动」取较软侧。
磨损系数 K / 允许磨损量	Archard 模型的 K 与允许磨损深度（mm）。
λ 低/中界、λ 中/高界	分级阈值，默认 0.80 / 1.20。**λ 越小油膜越薄、微点蚀风险越高。**

结果读法：

- **左图「沿啮合线的滑动速度 |v_g|」**：节点处速度为 0，两端最大。滑动速度越大，胶合/磨损风险越高。
- **右图「油膜厚度比 λ 与分级阈值」**：λ 曲线若整体低于 0.80（低/中界虚线），说明油膜不足， 微点蚀风险高——通常是油太稀、温度太高、或粗糙度太大。
- 下方文字报告给出逐项输入、几何真值（节点当量曲率半径、单位齿宽法向载荷等）与结论。

底部两个按钮：**重新评估**（改了输入重算）、**导出报告 TXT**（存档或发给客户）。

6.4 综合检验（Master Gear Test）

用于**双面啮合综合试验**的装置参数计算：Master 齿轮的 test radius + 本齿轮的 test radius = 装置中心距。也可以反过来，按目标 test radius 反算需要多大的变位系数。



图 6-4 「综合检验」：1·Master 标准齿轮 → 2·本齿轮检验量 → 3·反算变位系数

1. **1 • Master 标准齿轮**：填 Master 的分度圆直径，软件自动取最接近的整数齿数（例：输入 50.000， 得 `z_m = 25, d_m = 50.000`，并显示与输入的差值）。
2. **2 • 本齿轮检验量**：自动给出本齿轮 Test Radius（例 20.0000 mm，即 ⌀40.0000）、 装置中心距 a′（= 两者 test radius 之和，例 45.0000 mm）、啮合角 α′（20.0000°）。
3. **3 • 反算变位系数**：填目标 Test Radius，得到所需变位系数 x 与相对当前值的改动量 Δx。 目标填 0 表示只看算结果、不改参数。

点**「采纳并回填 x」**把算出的变位写回主面板。

6.5 配平变位

两轮齿数差很多时，小轮容易先断。手册做法是**保持总变位不变**，把正变位多分一点给小轮， 让两轮的弯曲强度接近。



图 6-5 「配平变位」：按手册公式自动分配，可用滑块在「全给小轮」与「两轮均分」之间调

窗口顶部直接写出所用公式：

`x₁ = ⅓·(1 − 1/u) + (x₁ + x₂)/(1 + u)`，其中 `u = z大 / z小`（脚标 1 = 小轮）

控件	说明
齿轮1 / 齿轮2 的 x	按公式算出的分配结果，可直接改。例：z=20 / 40 时 x₁ = 0.1667、x₂ = −0.1667。
总和 xΣ	两轮变位之和，并显示与面板原值的差 Δ。手册公式保持 Δ=0。
小轮占比（滑块）	100% = 全部正变差给小轮；50% = 两轮均分。中间任意位置都可取。
套用手册估算	按公式重置分配。
两端平均	两轮各取一半。
还原	恢复成打开窗口时的原始值。
采纳回填	把当前 x₁ / x₂ 写回主面板。

使用前提：必须处于**齿轮副**模式，且**螺旋角 β = 0**（公式针对直齿副）。 条件不满足时点按钮会弹出说明，不会静默失败。

6.6 测绘反求

手里只有一个实物齿轮、没有图纸时用。把量到的尺寸填进去，软件反推模数、变位系数、螺旋角， 并用全部实测值交叉验证，给出残差。

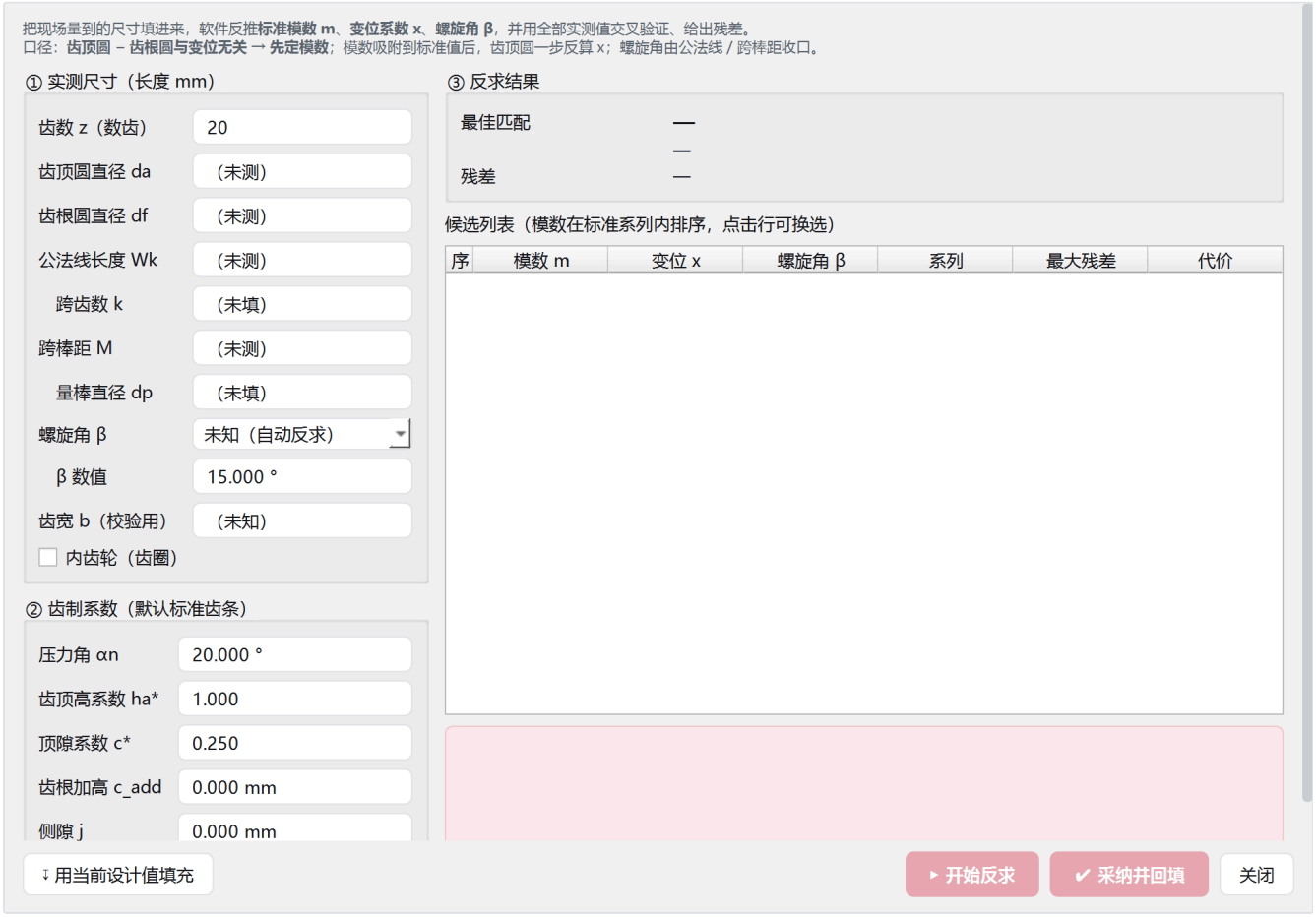


图 6-6 「测绘反求」：① 实测尺寸 → ② 齿制系数 → ③ 反求结果（最佳匹配 + 候选列表）

① 实测尺寸	怎么量 / 说明
齿数 z	数一遍，最可靠。
齿顶圆直径 da	卡尺量外径。磨损齿轮要量未磨损处。
齿根圆直径 df	量齿根（可用量棒辅助）。
公法线长度 Wk / 跨齿数 k	公法线千分尺测。k 按齿数查表或由软件建议。
跨棒距 M / 量棒直径 dp	内齿或不便量公法线时用。
螺旋角 β	下拉可选「未知（自动反求）」，也可给具体值。
齿宽 b（校验用）	可选，用于校验。
内齿轮（齿圈）	量的是内齿圈时勾上。

② **齿制系数**：压力角 αn、齿顶高系数 ha*、顶隙系数 c*、齿根加高 c_add、侧隙 j。 不知道就保持默认标准齿条。

③ **反求结果**：上方给出「最佳匹配」与「残差」，下方候选列表按模数在标准系列内排序， 列出 模数 m / 变位 x / 螺旋角 β / 系列 / 最大残差 / 代价。**点行可换选**，再点 **「✓ 采纳并回填」**写回主面板。

> **先点「用当前设计值填充」**可以把主面板现有参数灌进来当起点，再改实测值——比从零填快， 也不容易漏项。残差越小越可信；残差大说明量错了或齿制假设不对（比如实际是变位齿轮却按标准算）。

6.7 检测图

按 GB/T 10095.1 的评定口径做「设计 → 检测」闭环：把三坐标/齿轮测量机测出来的数据录进来， 软件按你图纸上的公差判定合格与否，并画出偏差图。

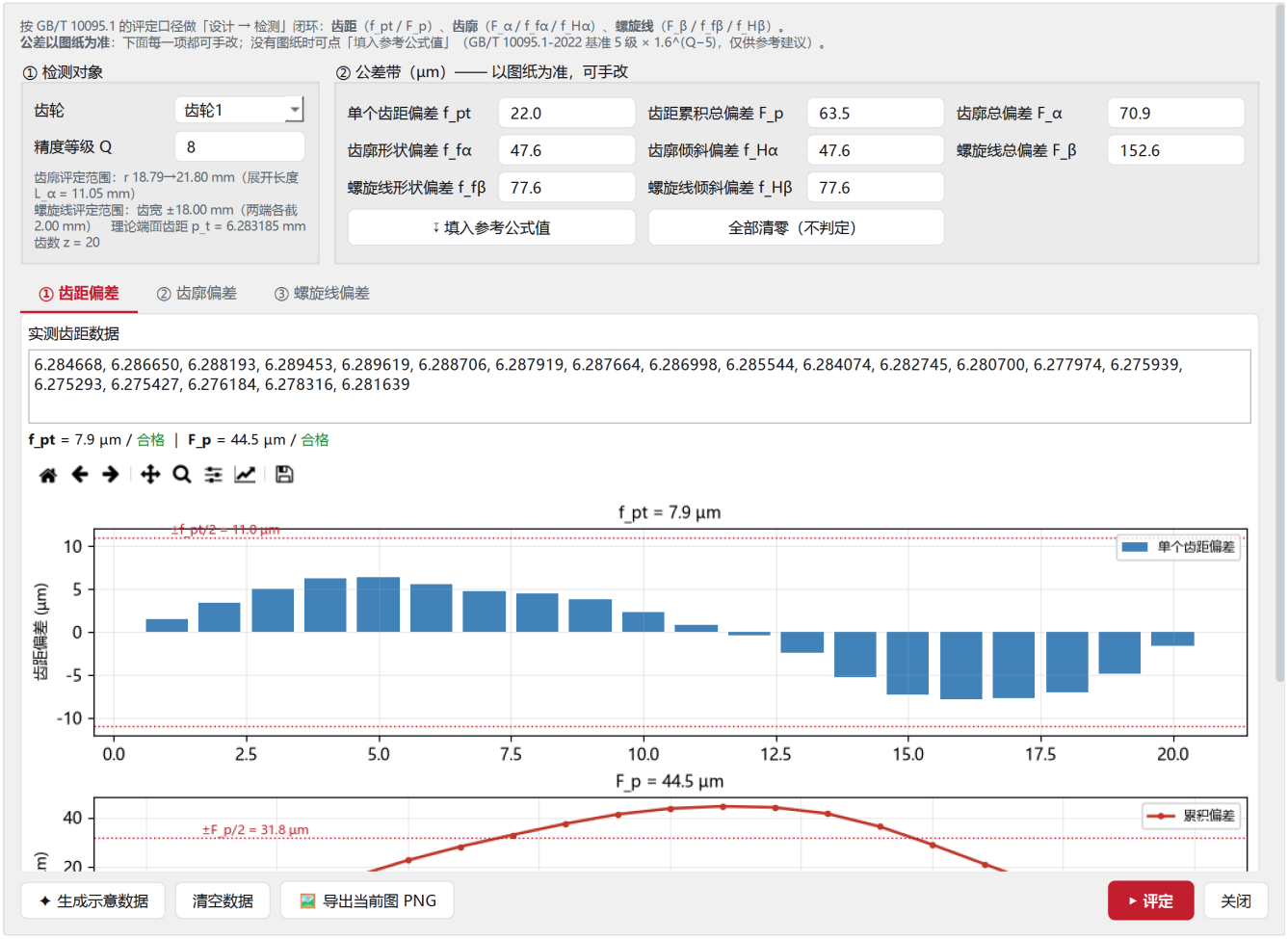


图 6-7 「检测图」：① 检测对象与评定范围 → ② 公差带 → 三个页签（齿距 / 齿廓 / 螺旋线）→ 实测数据与偏差图

区域	说明
① 检测对象	选齿轮（本齿轮 / 齿轮1…）与**精度等级 Q**（例 8）。 下方自动显示齿距评定范围（例 r 18.79~21.80 mm，展开长度 L_α = 11.05 mm）、 螺旋线评定范围（齿宽 ±6.00 mm，两端各裁 1.50 mm）、理论端面齿距 p_t = 6.283185 mm。
② 公差带（μm）	8 项：单个齿距偏差 f_pt、齿距累积总偏差 F_p、齿廓总偏差 F_α、齿廓形状偏差 f_fα、 齿廓倾斜偏差 f_Hα、螺旋线总偏差 F_β、螺旋线形状偏差 f_fβ、螺旋线倾斜偏差 f_Hβ。 **以图纸为准，可逐项手改**；没有图纸时点「填入参考公式值」（GB/T 10095.1-2022 标准 5 级 × 1.6^(Q−5)）。

区域	说明
③ 三个页签	① 齿距偏差　② 齿廓偏差　③ 螺旋线偏差。分别录对应的实测数据。
实测数据框	按齿序排列，逗号/空格/换行分隔，个数应等于齿数（例"共 20 个"）。

操作顺序：录数据（或点**「生成示意数据」**先看效果）→ 点**「▶ 评定」** → 结果行显示 `f_pt = 7.9 μm / 合格 | F_p = 44.5 μm / 合格`，下方出现两张图： **单个齿距偏差柱状图**（含 ±f_pt 公差带）与**累积偏差曲线**（含 ±F_p/2 公差带）。

「导出当前图 PNG」把偏差图存成图片，可直接贴进检测报告； **「清空数据」**重新录。

6.8　胶合•修形

胶合由**滑动速度 + 齿面载荷 + 接触应力**共同驱动。本页沿啮合线给出精确的滑动速度与比滑， 再折算单位齿宽摩擦功率，并按可调阈值分级。

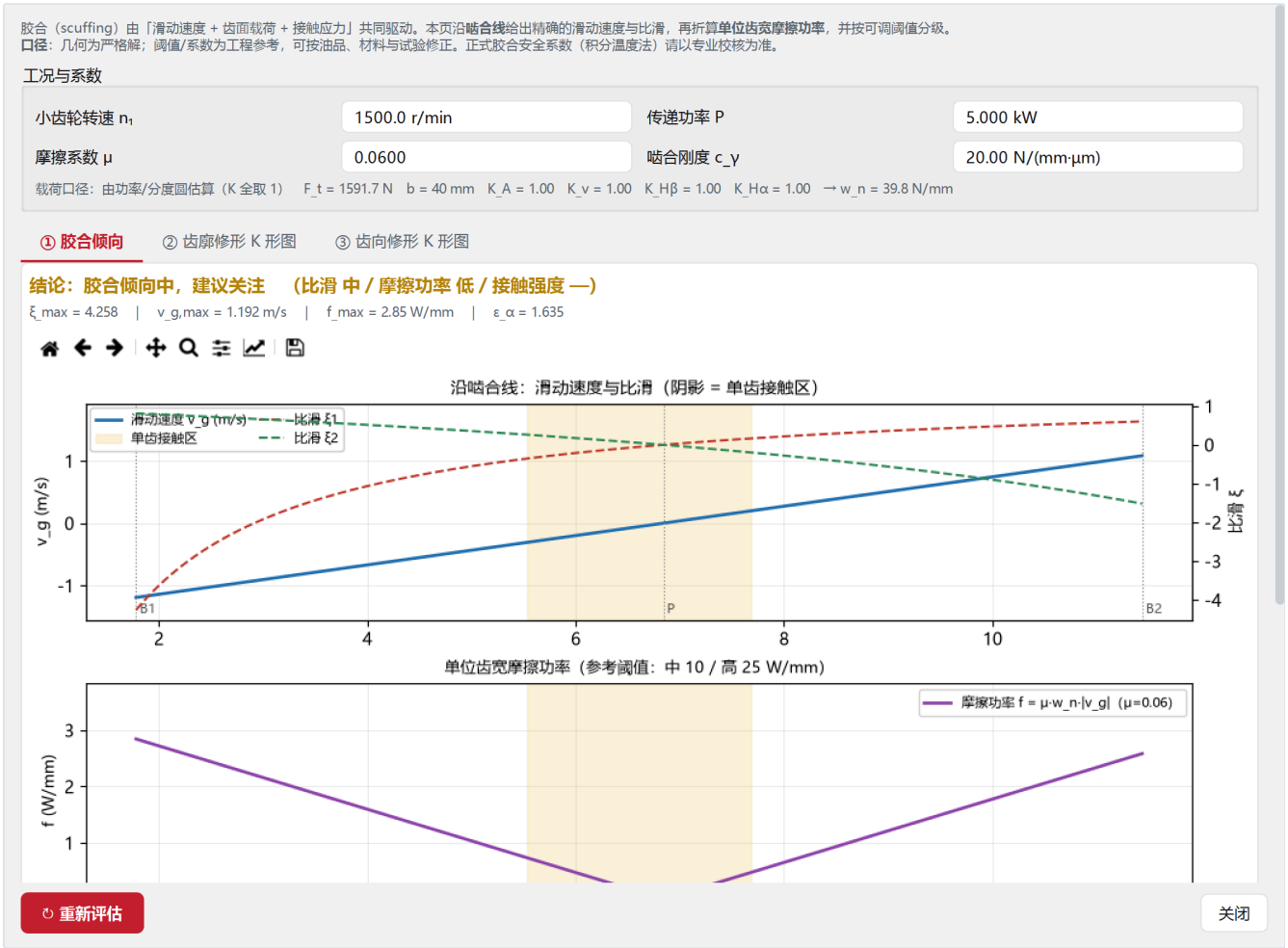


图 6-8　「胶合·修形」：工况与系数 → 结论条（含 ξ_max / v_g,max / f_max）→ 滑动速度与摩擦功率曲线

输入	说明
小齿轮转速 n_1	r/min。
传递功率 P	kW。
摩擦系数 μ	默认 0.0600。跑合后一般 0.05~0.08。

输入	说明
啮合刚度 c_γ	N/(mm·μm)，默认 20.00。

结果条会直接给结论，例如：**「胶合倾向中，建议关注（比滑 中 / 摩擦功率 低 / 接触强度 一）」**， 并列出 ξ_max = 4.258、v_g,max = 1.192 m/s、f_max = 2.85 W/mm、ε_α = 1.635。

- **上图**：滑动速度 v_g 与比滑 ξ 沿啮合线变化，阴影区为单齿接触区。比滑峰值出现在啮入/啮出端。
- **下图**：单位齿宽摩擦功率 f，参考阈值 中 10 / 高 25 W/mm。

> **口径说明（窗口里也写了）：** 几何是严格解，阈值与系数是**工程参考**，可按油品、材料与试验修正。 正式胶合安全系数（积分温度法）请以专业校核为准。**本页用于横向比较，不作验收依据。**

另外两个页签② **齿廓修形 K 形图**、③ **齿向修形 K 形图**给出修形量的图形表达， 可直接对照磨齿机的修形参数填。

第 7 章　13 个设计模块逐个详解

每个模块都按同一套格式讲：**用途 → 界面 → 专属参数 → 可导出文件 → 使用要点。** 通用的东西（模数、压力角、材料、图幅、预览、导出）第 3~5 章已经讲过，这里只讲**这个模块独有**的部分。

> 本章每个模块配**两张图**：第一张是刚进面板时的上半屏（预览 + 参数），第二张是**向下滚动后**的下半屏（派生尺寸 + 导出按钮）——因为导出按钮的差异比参数差异更大。

7.1　圆柱齿轮设计（直齿 / 斜齿 / 双联）

用途：最常用的定传动比齿轮。同一个面板覆盖三种形态：单齿轮、齿轮副、双联齿轮； 直齿与斜齿靠①栏「螺旋角 β」切换（β=0 直齿，β>0 斜齿）。

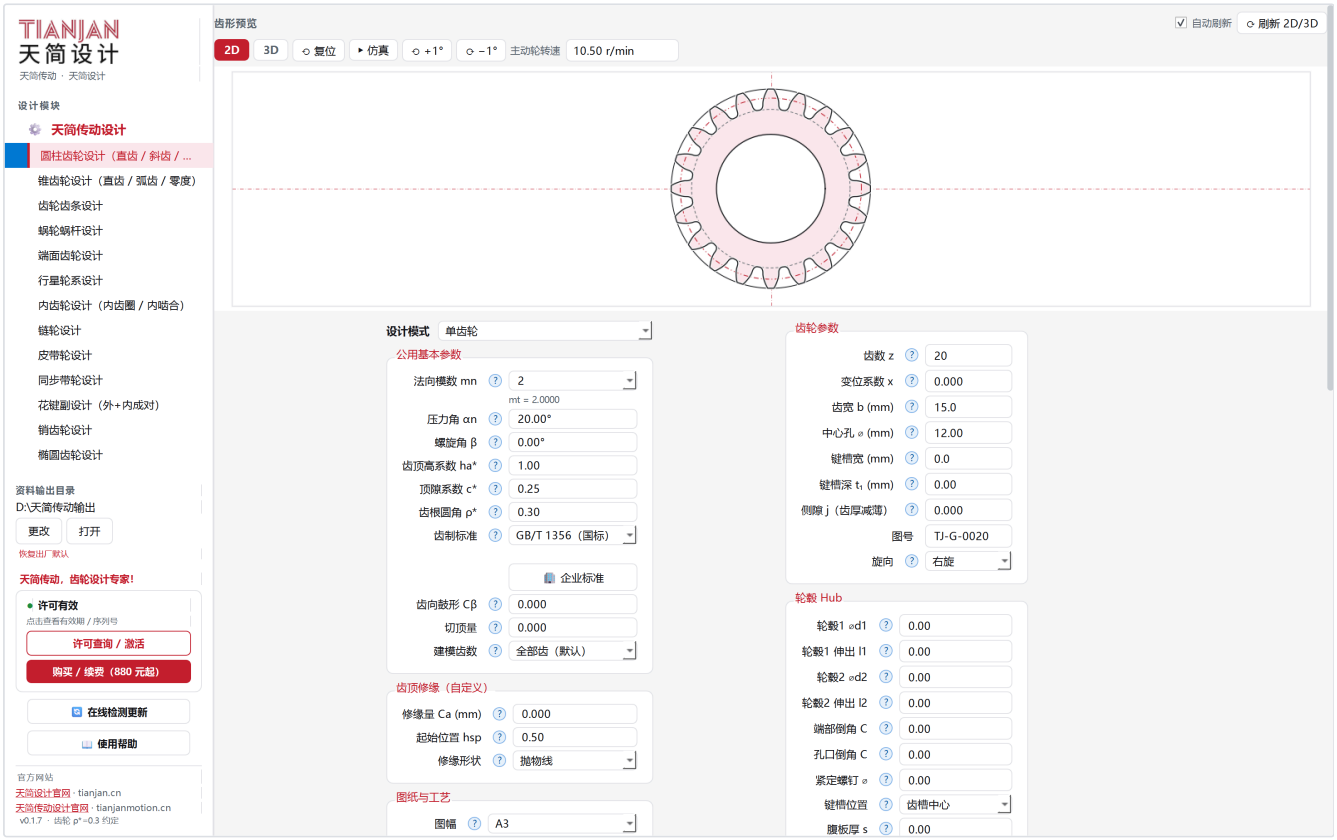


图 7-1　圆柱齿轮（单齿轮模式）：左上预览、左侧基本参数、右侧齿轮参数与轮毂

三种模式的区别

模式	②栏变化	额外参数
单齿轮	一列「齿轮参数」+ 一块「轮毂 Hub」	无
齿轮副（两颗啮合）	两列「齿轮1（主动）」「齿轮 2（从动）」，各带自己的轮毂	①栏多出「啮合计算（自动）」结果

模式	②栏变化	额外参数
双联齿轮（同轴两联）	两列「联1（主动）」「联2（从动）」	①栏出现**「双联公用（同轴）」**与「侧隙 j」

双联模式专属参数

参数	说明
联间间隔（隔套宽）	两联之间的轴向间距。
间隔段外径 ⌀	间隔段（中间那一段）的外径，通常小于齿根圆。
中心孔 ⌀（共用）	两联同轴一体，共用同一个轴孔。
键槽宽（共用）/ 键槽深 t_1（共用）	共用键槽。
每联的 模数 mn / 齿数 z / 压力角 αn / 螺旋角 β / 旋向 / 变位系数 x / 齿宽 b / 齿顶修缘 Ca / 图号	**两联各自独立**。双联齿轮的典型用法正是"两联模数/齿数不同"。

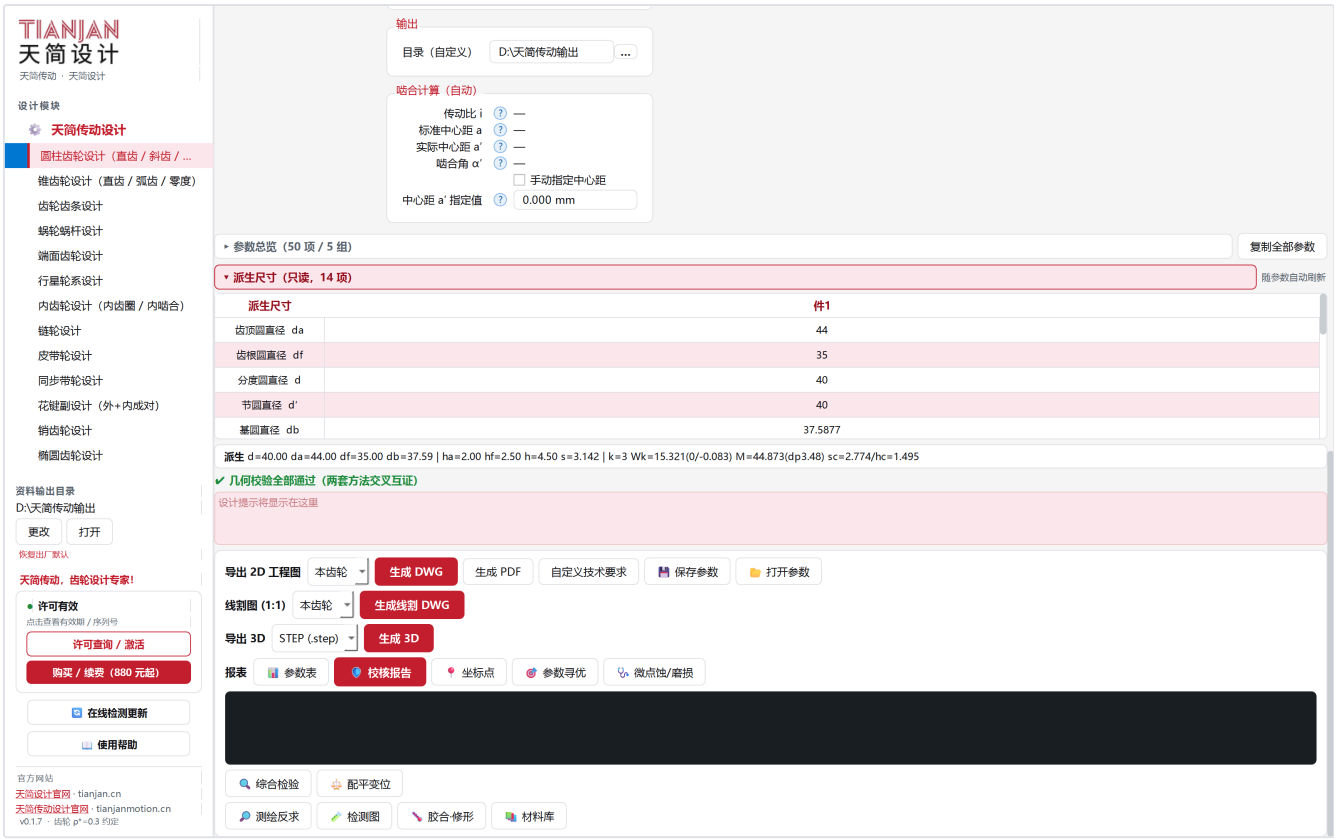


图 7-2　圆柱齿轮下半屏：派生尺寸（14 项）+ 几何校验结论 + 导出区（含参数寻优等七个高级工具）

可导出：DWG、PDF、线割 DWG（1:1）、STEP、坐标点、参数表、校核报告， 另有参数寻优、微点蚀/磨损、综合检验、配平变位、测绘反求、检测图、胶合·修形、材料库。

> **要点：** ① 斜齿必须给旋向，齿轮副两列要**互反**；② 少齿数（直齿 z<17）先用正变位避免根切； ③ 齿宽取 40 这类整数便于加工；④ 派生尺寸里核对 da=m(z+2)、df=m(z−2.5) 是否自洽。

7.2 锥齿轮设计（直齿 / 弧齿 / 零度）

用途：相交轴传动（轴交角可 90° 也可任意）。支持直齿锥齿轮、螺旋锥齿轮（弧齿）、零度锥齿轮， 制造方法可选格里森制、DIN 3971、米克朗系统等。

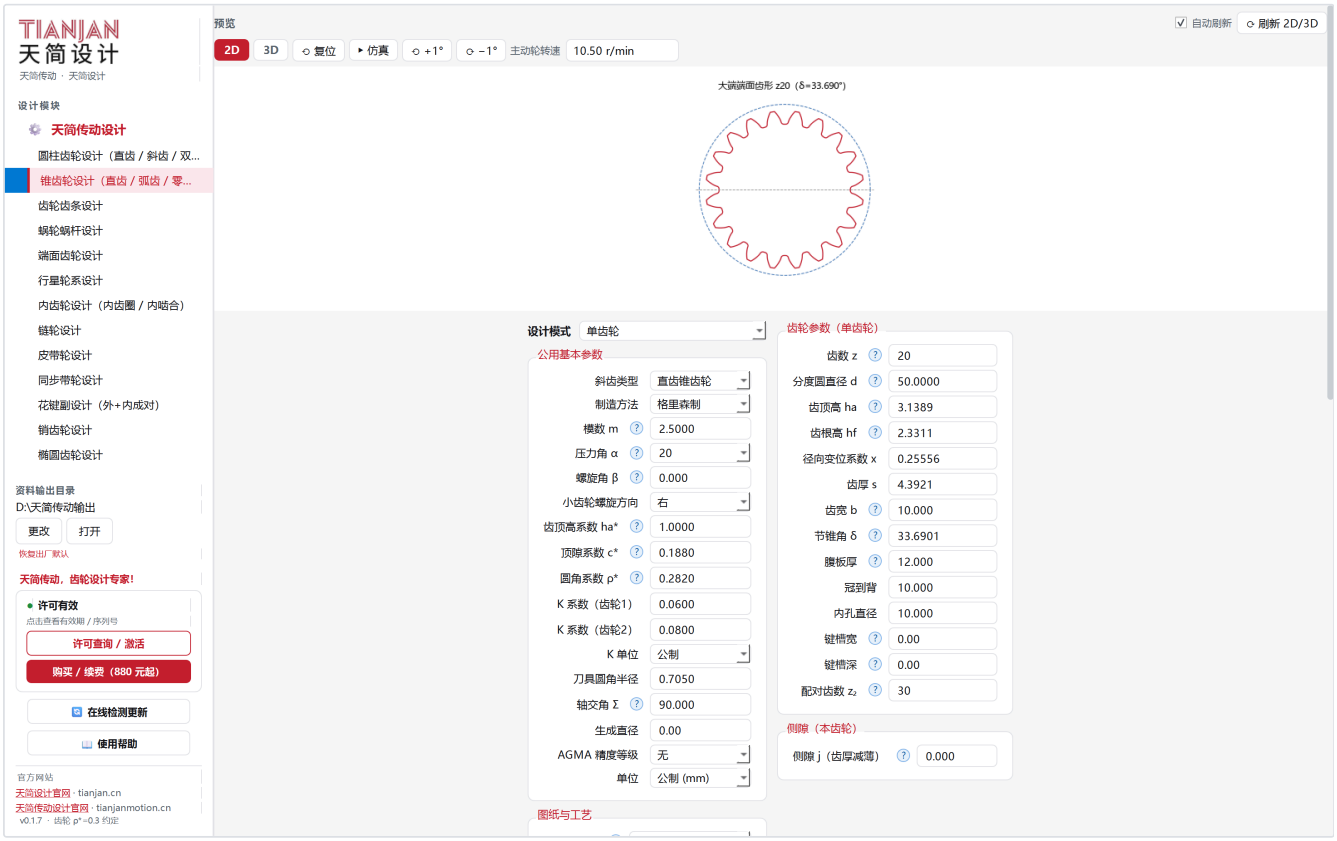


图 7-3 锥齿轮（单齿轮模式）：预览区标注「大端端面齿形 z20（δ=33.690°）」

专属参数

参数	说明
斜齿类型	`直齿锥齿轮` / `螺旋锥齿轮` / `零度锥齿轮` / `Camnetics TruSpiral`
制造方法	`格里森制`（默认）/ `DIN 3971` / `非标准` / `自由成形` / `米克朗系统`。 **直接决定齿制系数与齿形生成方式。**
模数 m	本例 2.5。锥齿轮用**大端**模数。
压力角 α	下拉 14.5 / 17.5 / 20 / 22.5 / 25（默认 20）。
螺旋角 β	直齿填 0；弧齿填中点螺旋角。
小齿轮螺旋方向	右 / 左。弧齿与零度齿必填。
齿顶高系数 ha* / 顶隙系数 c* / 圆角系数 ρ*	本例 1.0000 / 0.1880 / 0.2820（锥齿制的 c*、ρ* 与圆柱不同，按制造方法带出）。

参数	说明
K 系数（齿轮1 / 齿轮2）	锥距方向的齿厚分配系数，随制造方法带出（本例 0.0600 / 0.0800）。
K 单位	公制 / 英制。
刀具圆角半径	本例 0.7050 mm。影响齿根过渡曲线。
轴交角 Σ	默认 90.000°，可任意。
生成直径	0 = 按几何自动；填值可限制建模范围。
AGMA 精度等级	无（默认）或 3~13。填了会在图纸上标 AGMA 精度。
单位	公制 (mm) / 英制 (in)。**切换后所有尺寸按英制重算。**

②栏（单齿轮模式）

齿数 z、分度圆直径 d、齿顶高 ha、齿根高 hf、径向变位系数 x、齿厚 s、齿宽 b、节锥角 δ、 腹板厚、冠到背、内孔直径、键槽宽、键槽深、**配对齿数 z_2**。

> **「配对齿数 z_2」是锥齿轮的关键项**：它决定节锥角 δ 与冠顶距。单齿轮模式下虽然只出一件， 但 δ 是按 z/z_2 算的——z_2 填错，整颗齿轮的锥角就错了。

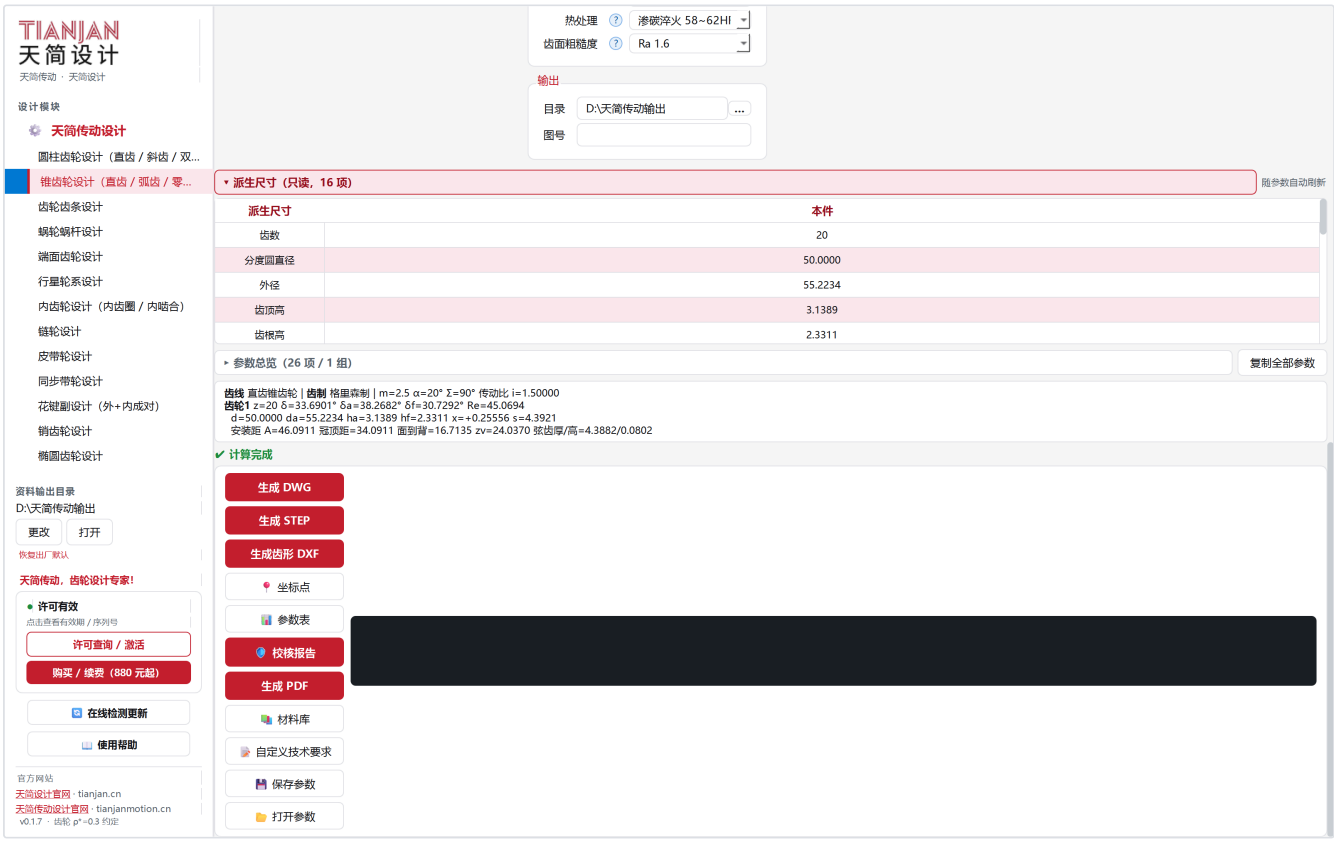


图 7-4　锥齿轮下半屏：派生尺寸（16 项）含锥距、δ、冠顶距等；导出区为 DWG / STEP / 齿形 DXF

可导出：DWG、STEP、**生成齿形 DXF**（锥齿特有）、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

7.3 齿轮齿条设计

用途：旋转运动 ↔ 直线运动。可只出齿条，也可出「齿条 + 小齿轮」一副。

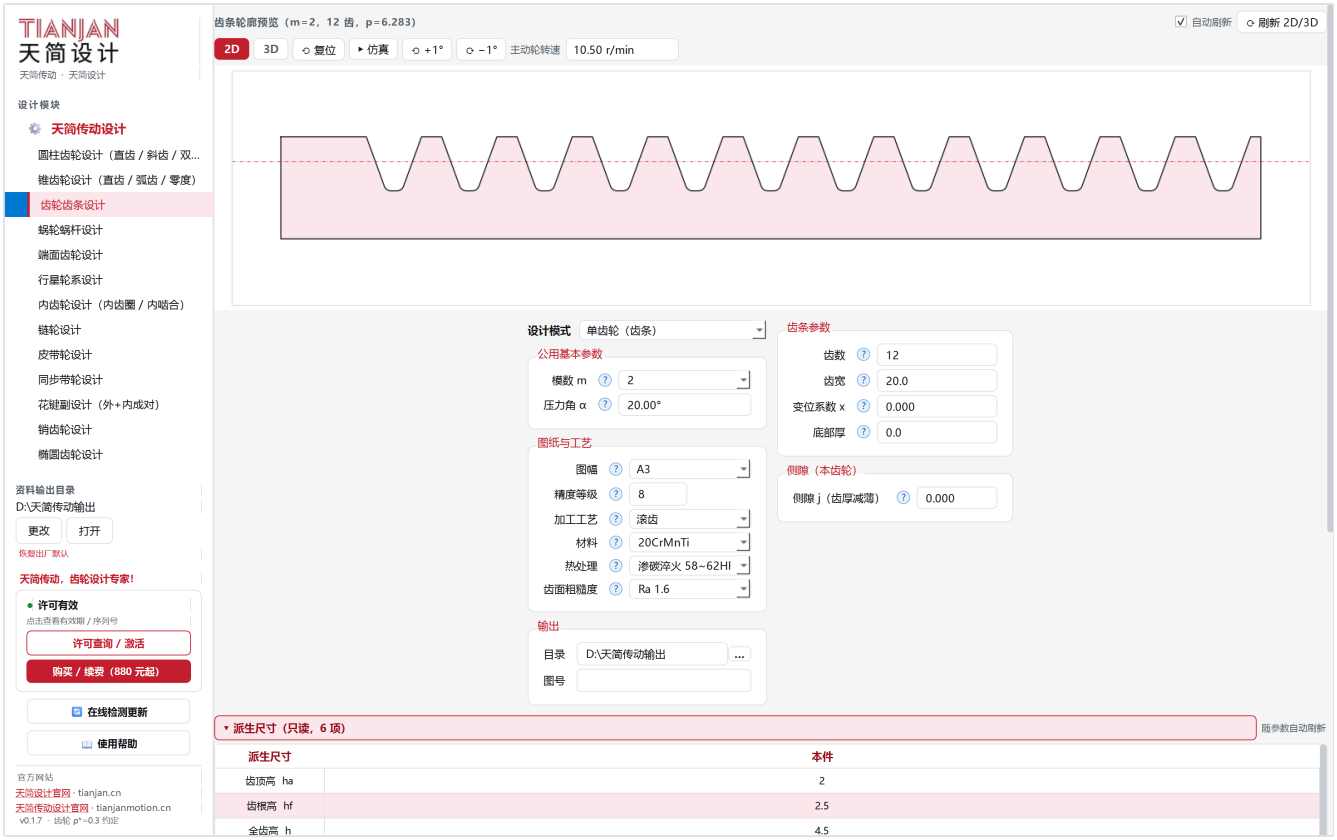


图 7-5　齿轮齿条：左侧基本参数，右侧「齿条参数」与「小齿轮」两列

分组	参数
公用基本参数	模数 m、压力角 α（齿条与齿轮共用同一套齿制）。
齿条参数	**齿数**（= 齿条上有多少个齿，决定齿条长度）、**齿宽**、**变位系数 x**、**底部厚**（齿根以下的本体厚度）。
小齿轮	齿数 z、变位系数 x_1、齿宽 b、中心孔 ⌀、键槽宽、键槽深 t_1。

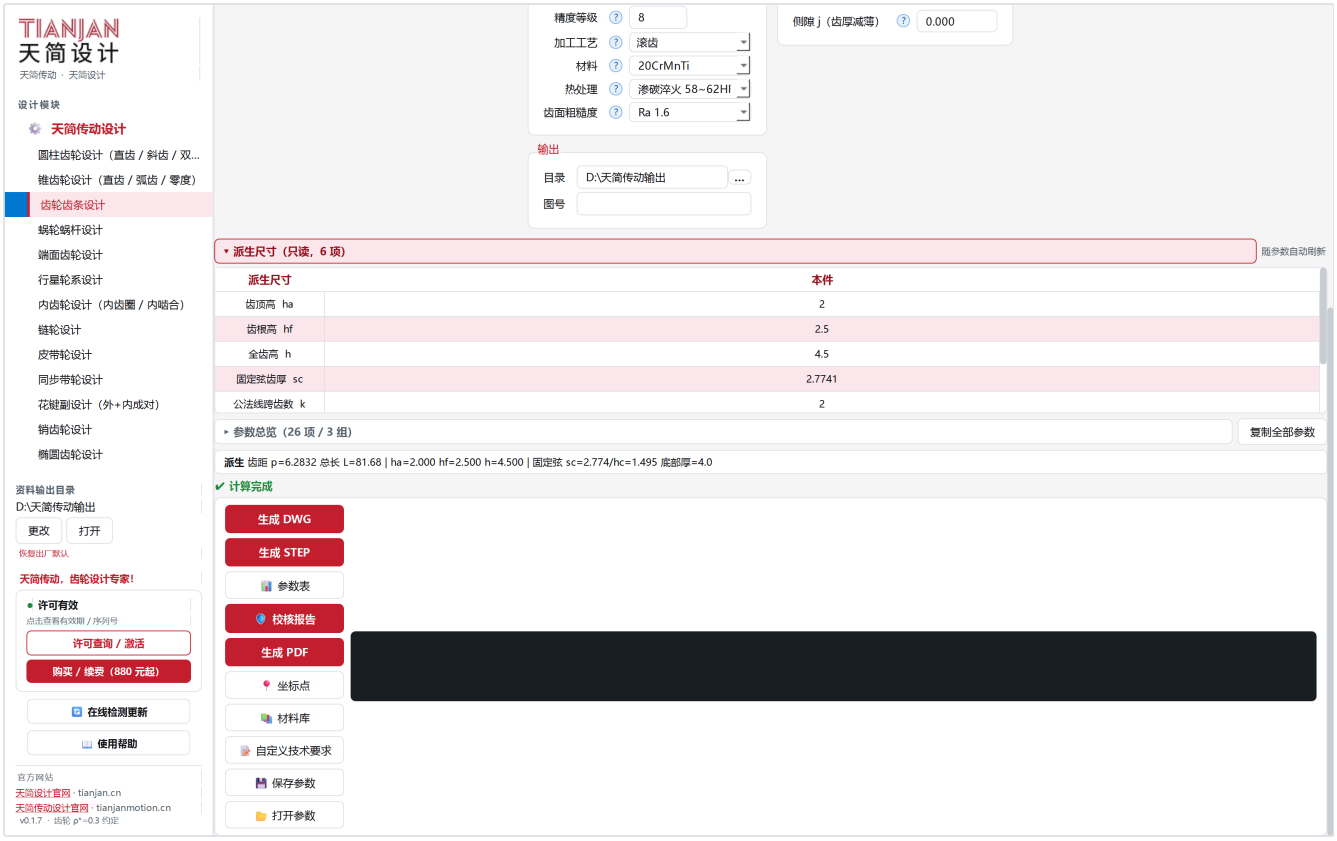


图 7-6　齿轮齿条下半屏：派生尺寸（6 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> **要点：**齿条的「齿数」不是传动参数，而是**长度参数**——齿数 × 齿距 ≈ 有效长度。 先按行程算出需要多长，再倒推齿数。

7.4　蜗轮蜗杆设计

用途：大传动比、结构紧凑、可自锁的垂直交错轴传动。支持四种蜗杆齿制。

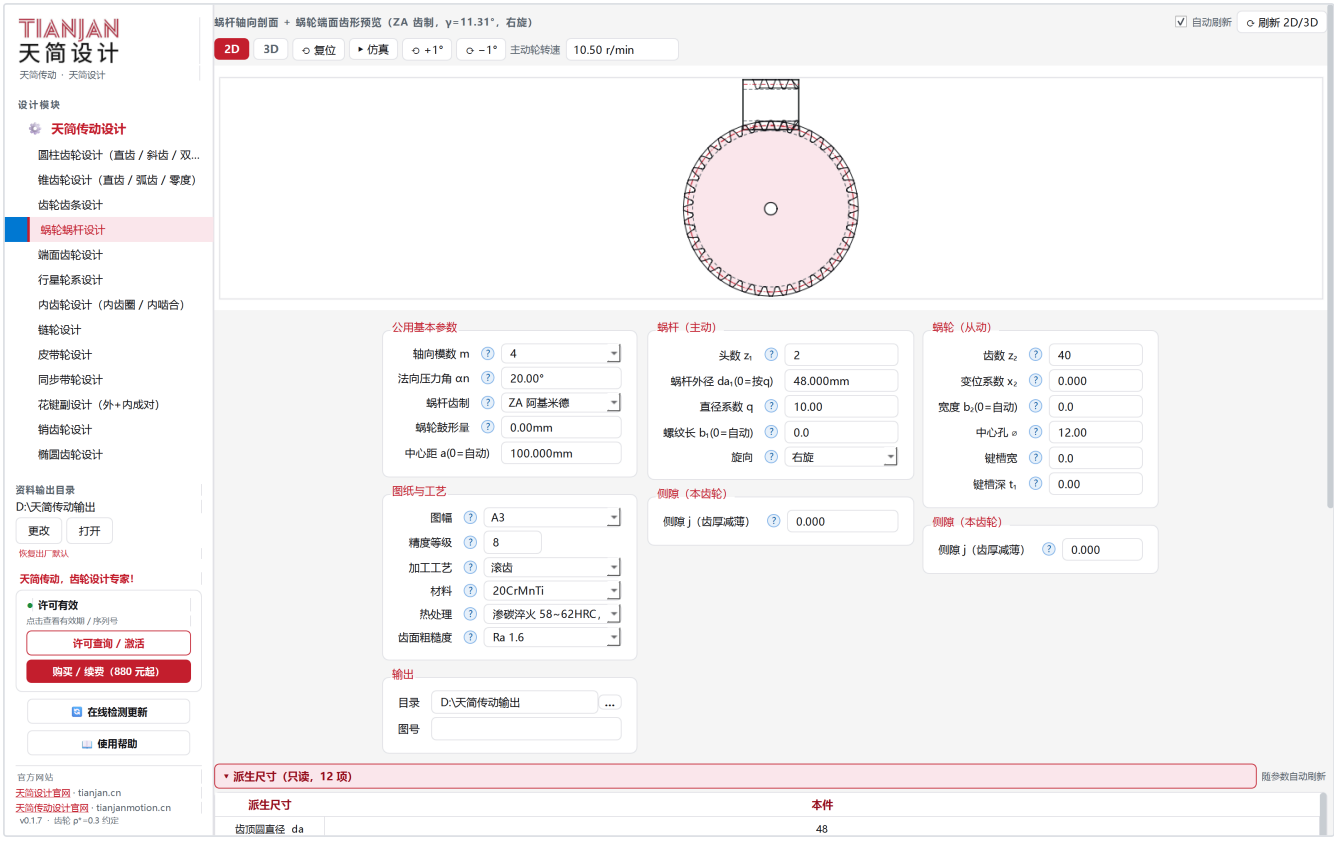


图 7-7 蜗轮蜗杆：左侧基本参数（含齿制与中心距），右侧「蜗杆（主动）」「蜗轮（从动）」两列

专属参数

参数	说明
轴向模数 m	蜗杆用**轴向**模数（不是法向）。
法向压力角 αn	默认 20°。
蜗杆齿制	`ZA 阿基米德`（默认，最常用，车削加工）/ `ZI 渐开线` / `ZN 法向直廓` / `ZK 锥面包络`。
蜗轮鼓形量	蜗轮齿宽方向的鼓形修形，改善接触区。
中心距 a（0=自动）	填 0 按几何自动算；填具体值则反算变位。
蜗杆：头数 z_1	1 头自锁性好、效率低；2~4 头效率高。
蜗杆外径 da_1（0=按 q）	0 = 由直径系数 q 决定。
直径系数 q	$q = d_1/m$，标准值。
螺纹长 b_1（0=自动）	0 = 按蜗轮宽度自动取。
旋向	右旋 / 左旋。
蜗轮：齿数 z_2 / 变位系数 x_2 / 宽度 b_2（0=自动）	z_2/z_1 = 传动比。
蜗轮：中心孔 ⌀ / 键槽宽 / 键槽深 t_1	轴孔与键槽。

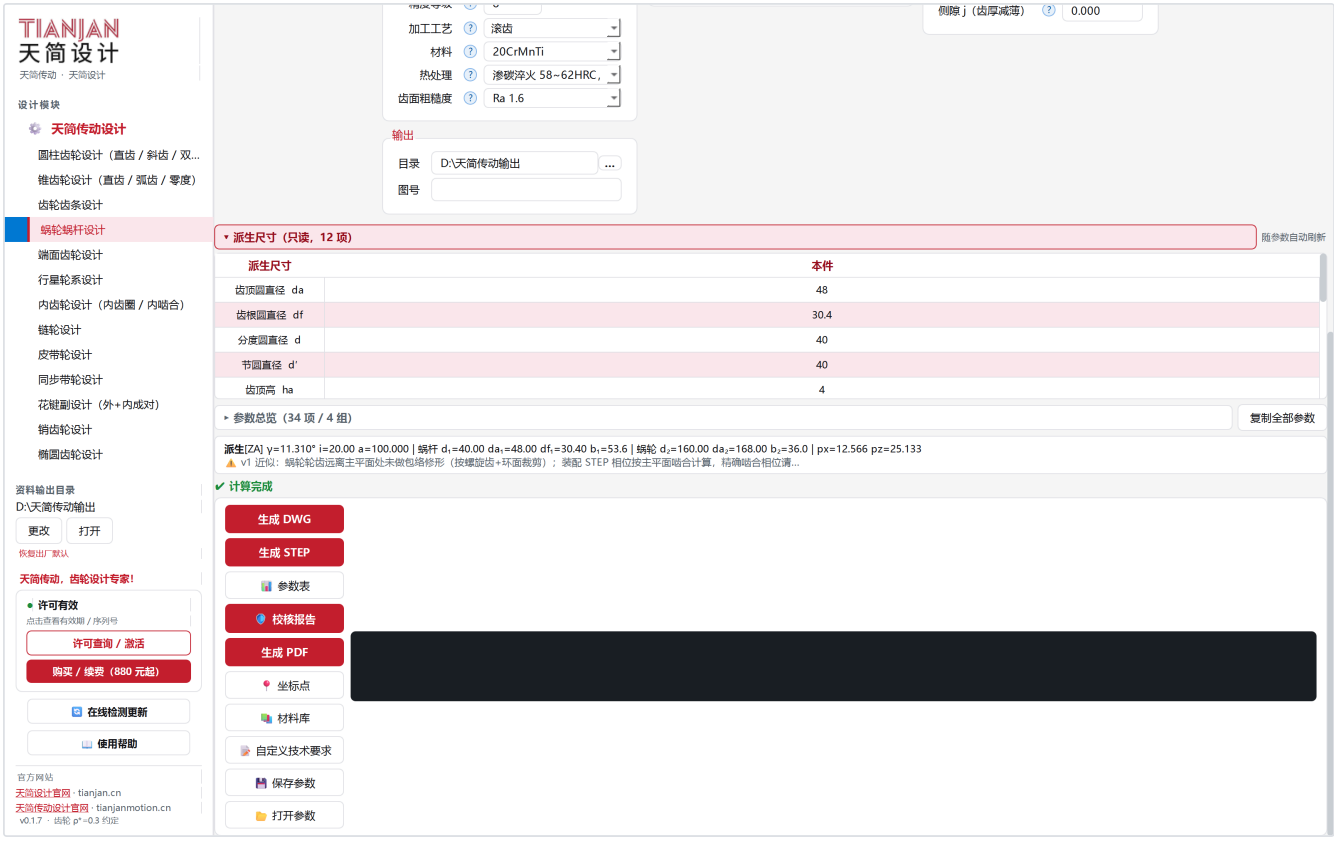


图 7-8　蜗轮蜗杆下半屏：派生尺寸（12 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> 校核报告里的「蜗轮材料（青铜/铸铁）」是蜗轮蜗杆专用项，默认 `ZCuSn10P1 锡青铜（砂型）`。蜗杆一般用渗碳钢淬硬后磨削，蜗轮用青铜——**不要两边都填钢**，否则校核结论没有意义。

7.5　端面齿轮设计

用途：小齿轮与端面齿盘啮合，轴向尺寸紧凑，常见于差速器、手持工具。

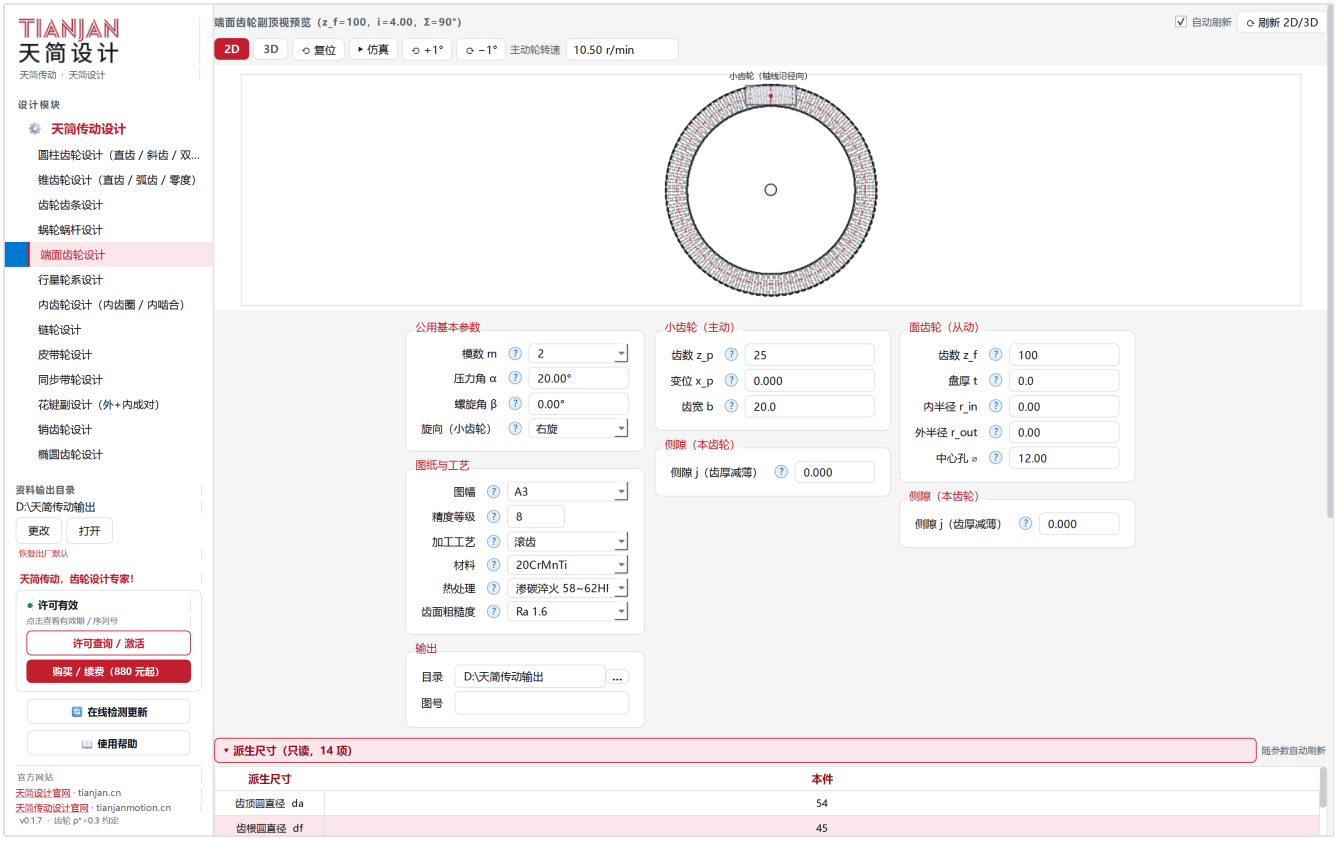


图 7-9 端面齿轮：左侧基本参数，右侧「小齿轮（主动）」「面齿轮（从动）」两列

分组	参数
公用基本参数	模数 m、压力角 α、螺旋角 β、**旋向（小齿轮）**。
小齿轮（主动）	齿数 z_p、变位 x_p、齿宽 b。
面齿轮（从动）	齿数 z_f、**盘厚 t**、**内半径 r_in**、**外半径 r_out**、中心孔 ⌀。

> **内外半径必须夹住啮合区。**面齿轮只在某个环形区域内才有正确齿形；r_in 太小会切到齿根， r_out 太大会齿顶变尖。改完先看 2D 预览有没有异常尖齿。

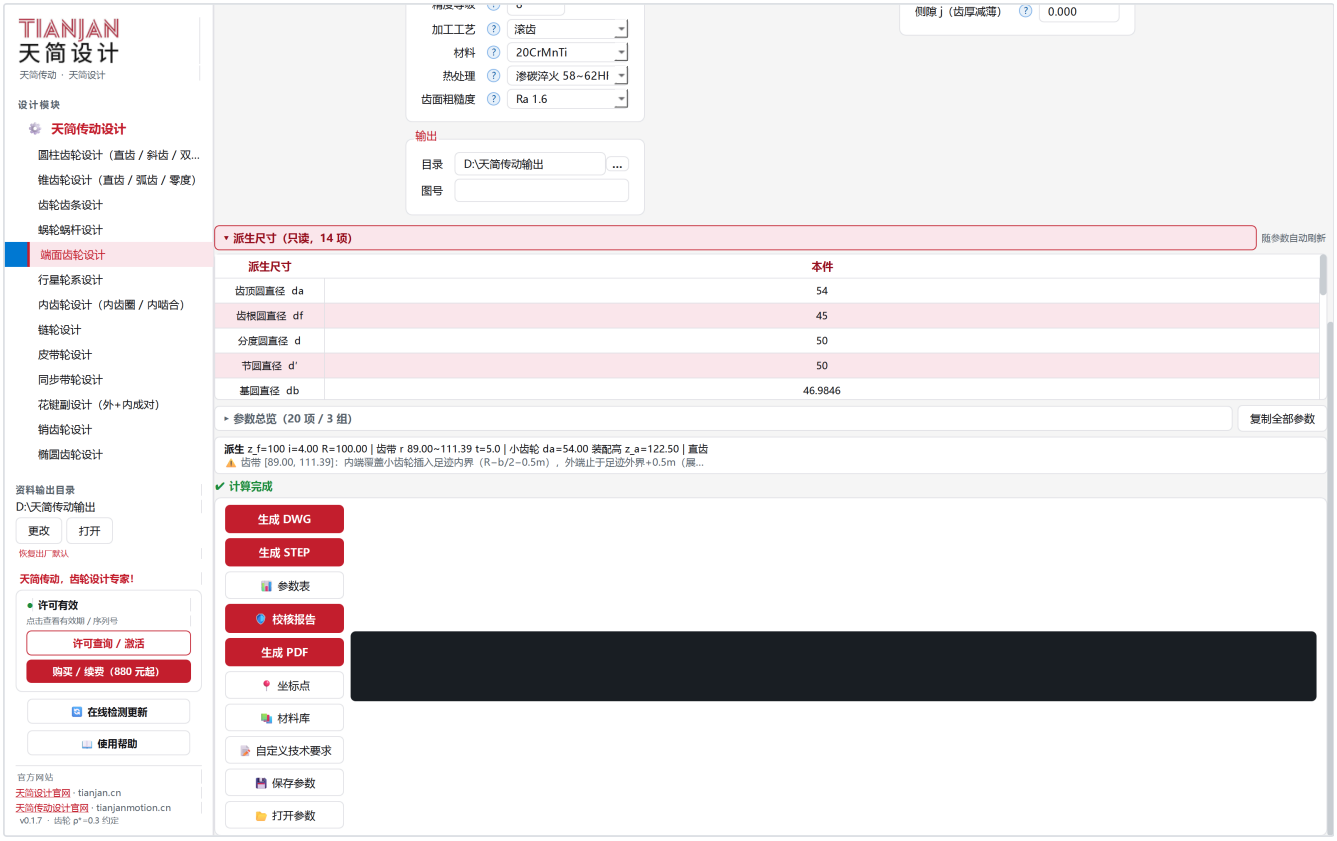


图 7-10　端面齿轮下半屏：派生尺寸（14 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

7.6　行星轮系设计

用途：同轴、大扭矩、结构紧凑的 NGW 行星机构。预览区标题会直接写出配齿结果， 例如「NGW 行星轮系面预览（3 行星轮，i=4.750）」。

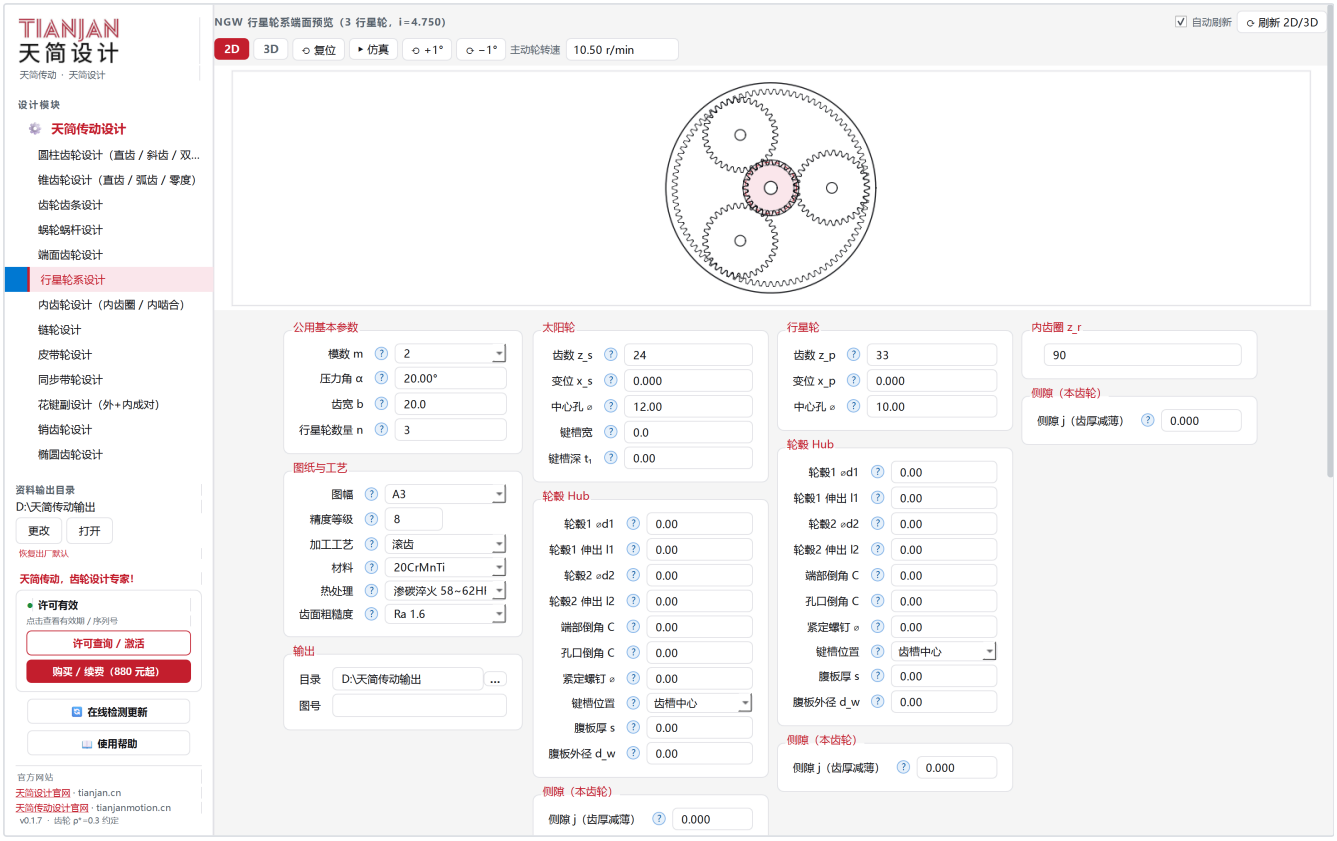


图 7-11　行星轮系：四列布局——太阳轮 / 行星轮 / 内齿圈 z_r，各带侧隙与轮毂

分组	参数
公用基本参数	模数 m、压力角 α、**齿宽 b**（三个构件共用）、**行星轮数量 n**（本例 3）。
太阳轮	齿数 z_s（本例 24）、变位 x_s、中心孔 ⌀、键槽宽、键槽深 t_1，另带轮毂 Hub。
行星轮	齿数 z_p（本例 33）、变位 x_p、中心孔 ⌀，另带轮毂 Hub。
内齿圈 z_r	齿数（本例 90）。
侧隙（本齿轮）	三个构件各有自己的侧隙 j。

配齿约束是自动检查的：行星轮系要满足同心条件（z_r = z_s + 2·z_p）、装配条件 （(z_s + z_r) / n 为整数）与邻接条件。填错时设计提示框会给出提示，**预览里的行星轮会明显挤在一起或对不上**。

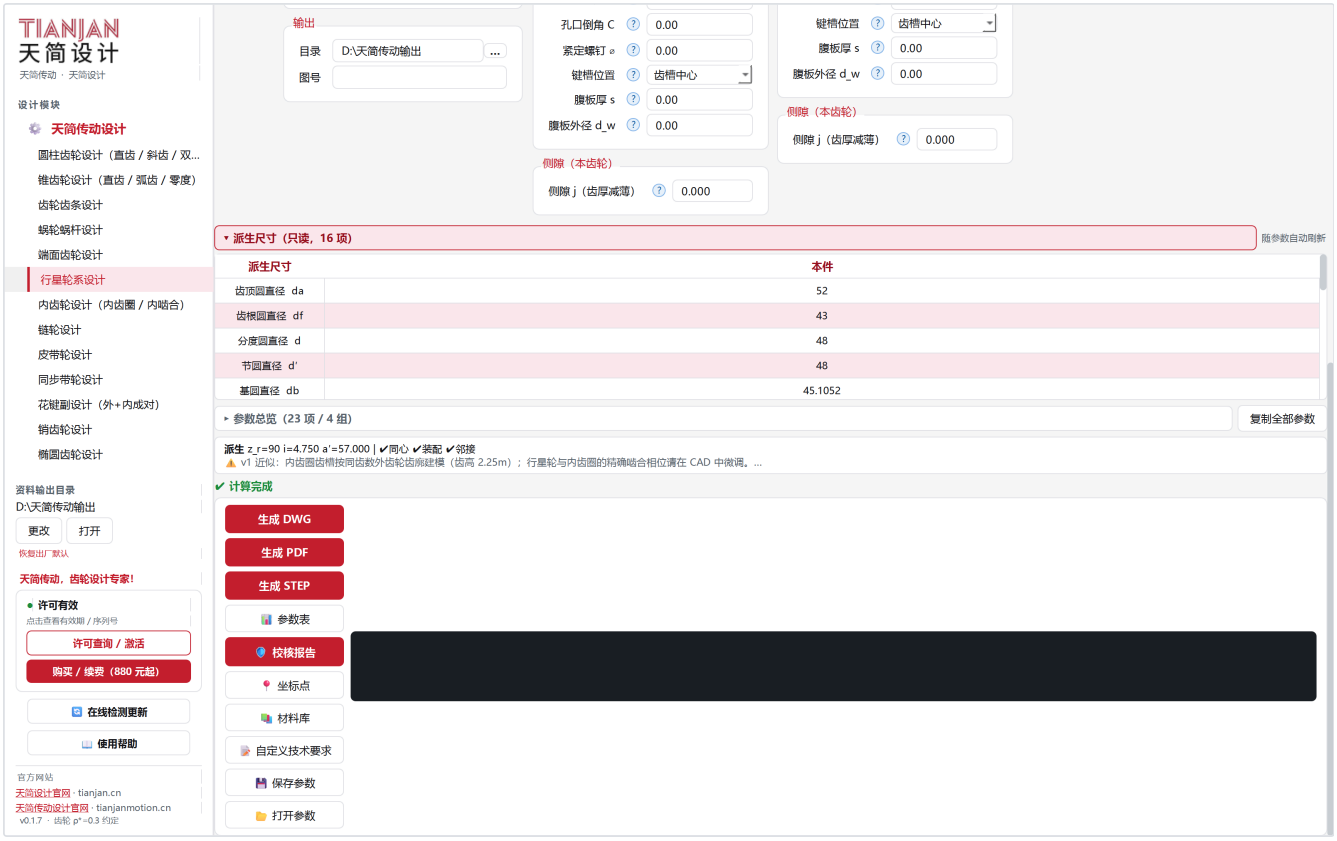


图 7-12　行星轮系下半屏：派生尺寸（16 项）+ 导出区

可导出：DWG、PDF、STEP、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

7.7　内齿轮设计（内齿圈 / 内啮合）

用途：内齿圈、内啮合副。可只出内齿圈（单件），也可出「小齿轮 + 内齿圈」一副。

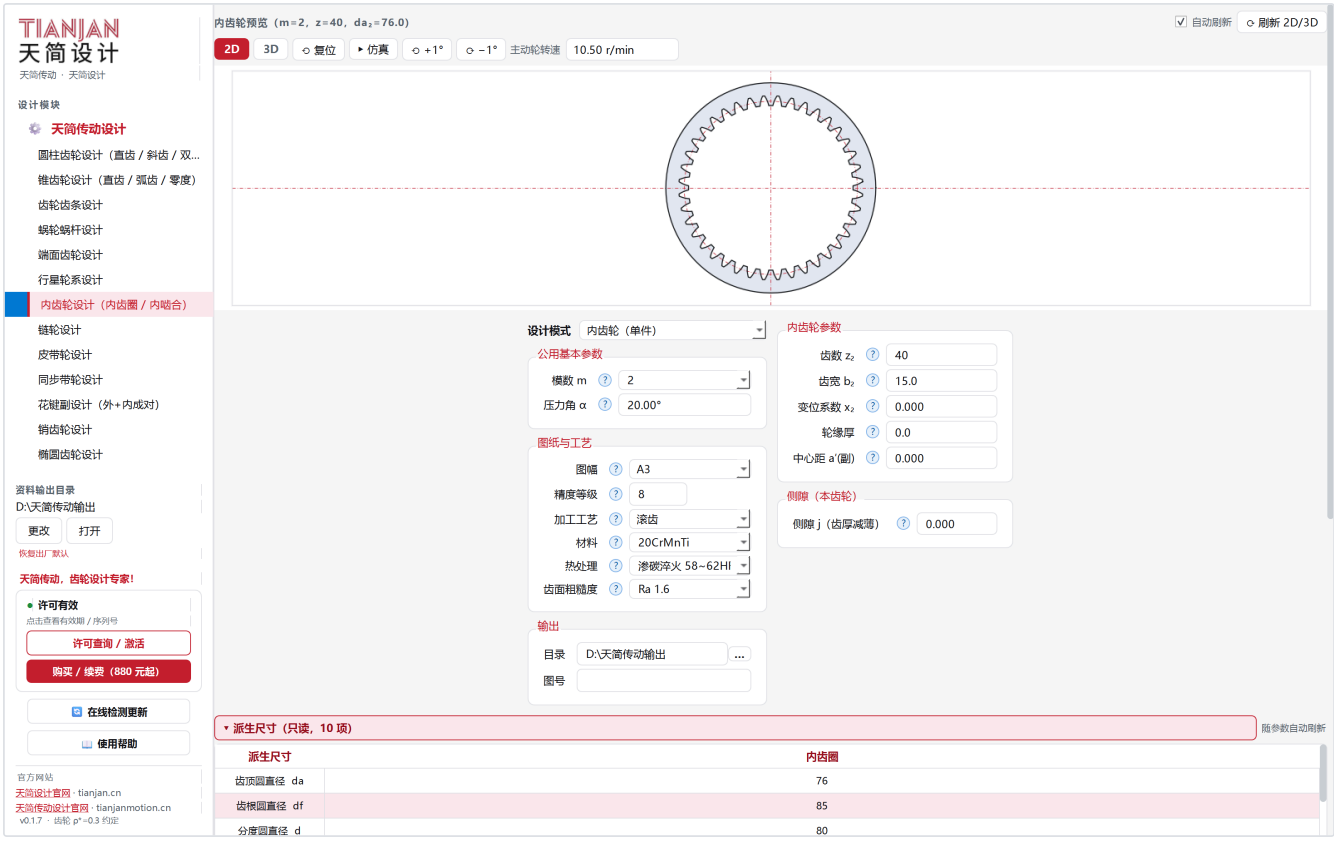


图 7-13 内齿轮：左侧基本参数，右侧「内齿轮参数」「小齿轮（配对）」两列

分组	参数
公用基本参数	模数 m、压力角 α。
内齿轮参数	齿数 z_2、齿宽 b_2、变位系数 x_2、**轮缘厚**（齿根到外圆的壁厚）、**中心距 a'（副）**。
小齿轮（配对）	齿数 z_1、变位系数 x_1、齿宽 b_1、中心孔 ⌀、键槽宽、键槽深 t_1。

内啮合的变位方向与外啮合相反。内齿轮的正变位会让齿顶圆变小、齿根圆变大。 拿外啮合的经验直接填正变位，很容易算出"齿顶圆小于齿根圆"的非法几何——看派生尺寸与几何校验那一行。

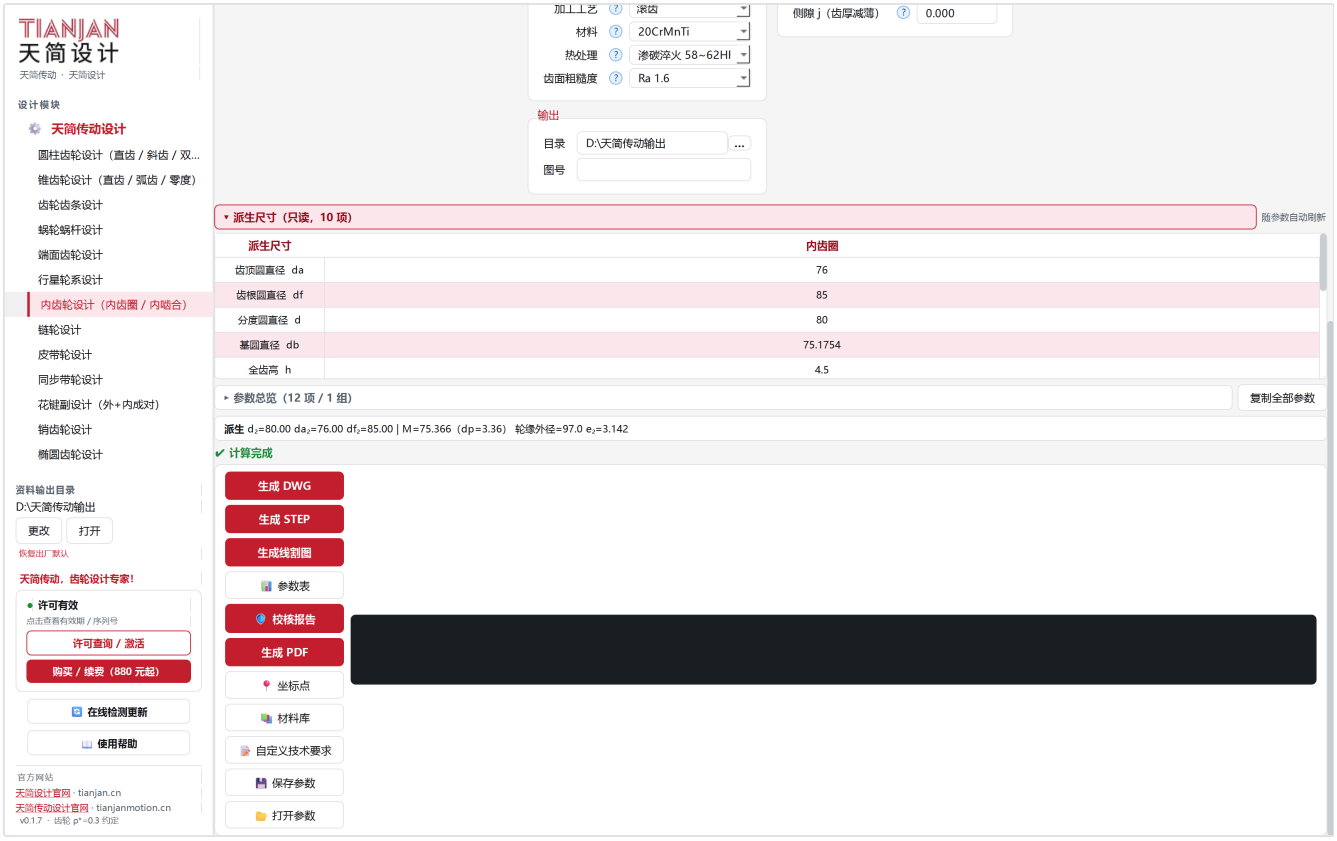


图 7-14　内齿轮下半屏：派生尺寸（10 项）+ 导出区（含**生成线割图**）

可导出：DWG、STEP、**生成线割图**、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> 内齿圈最常用的加工方式是插齿或线割。要线割就点「生成线割图」，得到 1:1 无图框轮廓，直接给线割厂。

7.8　链轮设计

用途：滚子链传动。链号覆盖 GB 常用系列（06B、08B、10B、12B、16B、20B、24B、28B、32B、40B）以及 25、35 等小链号。

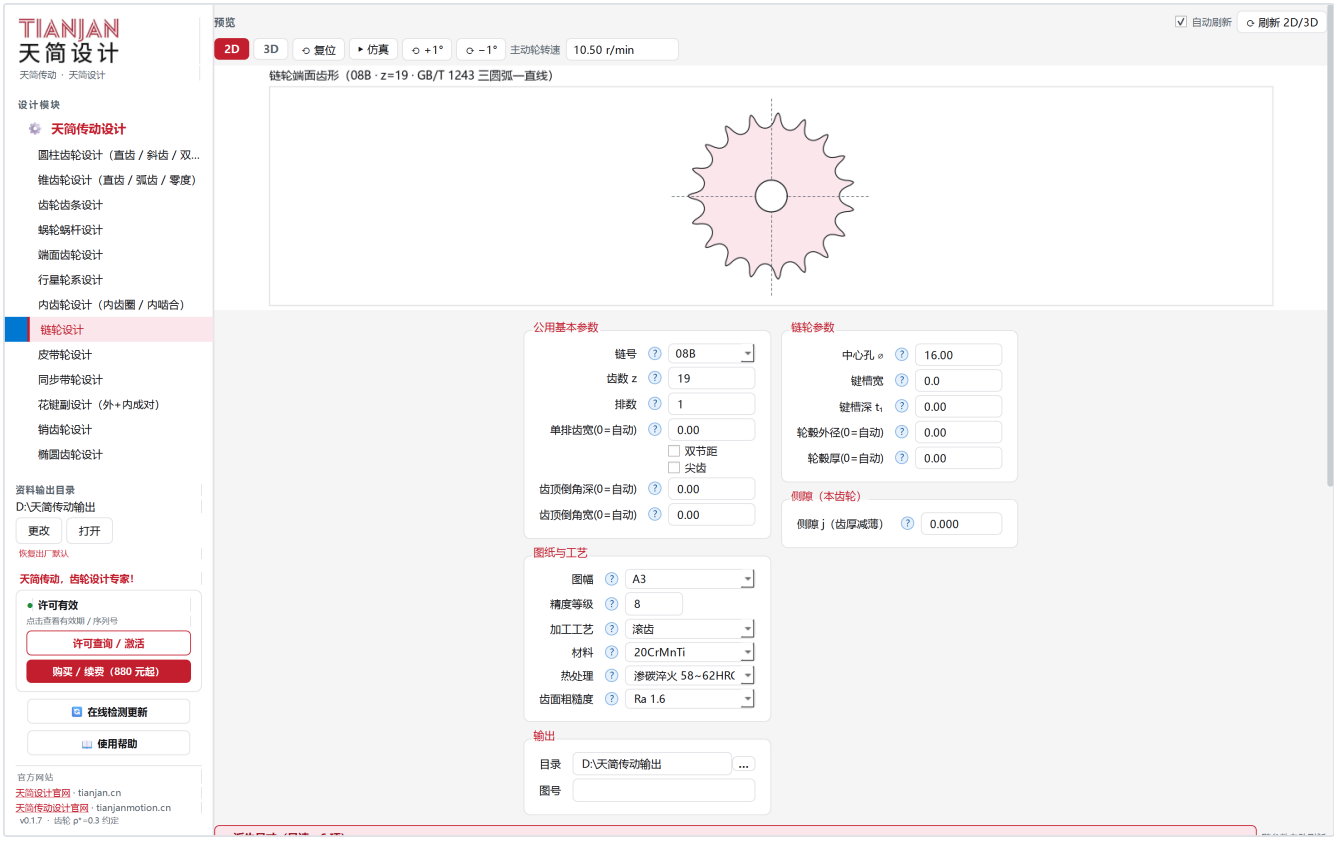


图 7-15 链轮：预览区标题写明链号、齿数与齿形标准（本例 08B · z=19 · GB/T 1243 三圆弧 - 直线）

参数	说明
链号	选链号即确定节距 p、滚子直径 d_1 等全部链条参数。本例 08B。
齿数 z	本例 19。**小链轮齿数不宜少于 17**（低速可到 13）。
排数	单排 / 双排 / 三排。本例 1。
单排齿宽（0=自动）	0 = 按链条内宽自动取。
双节距	勾选后按双节距链条（大节距）建模。
尖齿	勾选后齿顶做成尖齿（用于特殊啮合或定位）。
齿顶倒角深 / 宽（0=自动）	齿顶两侧倒角，便于链条进入。0 = 按标准自动。
链轮参数：中心孔 ⌀ / 键槽宽 / 键槽深 t_1	轴孔与键槽。
轮毂外径 / 轮毂厚（0=自动）	0 = 按链轮直径自动取轮毂尺寸。

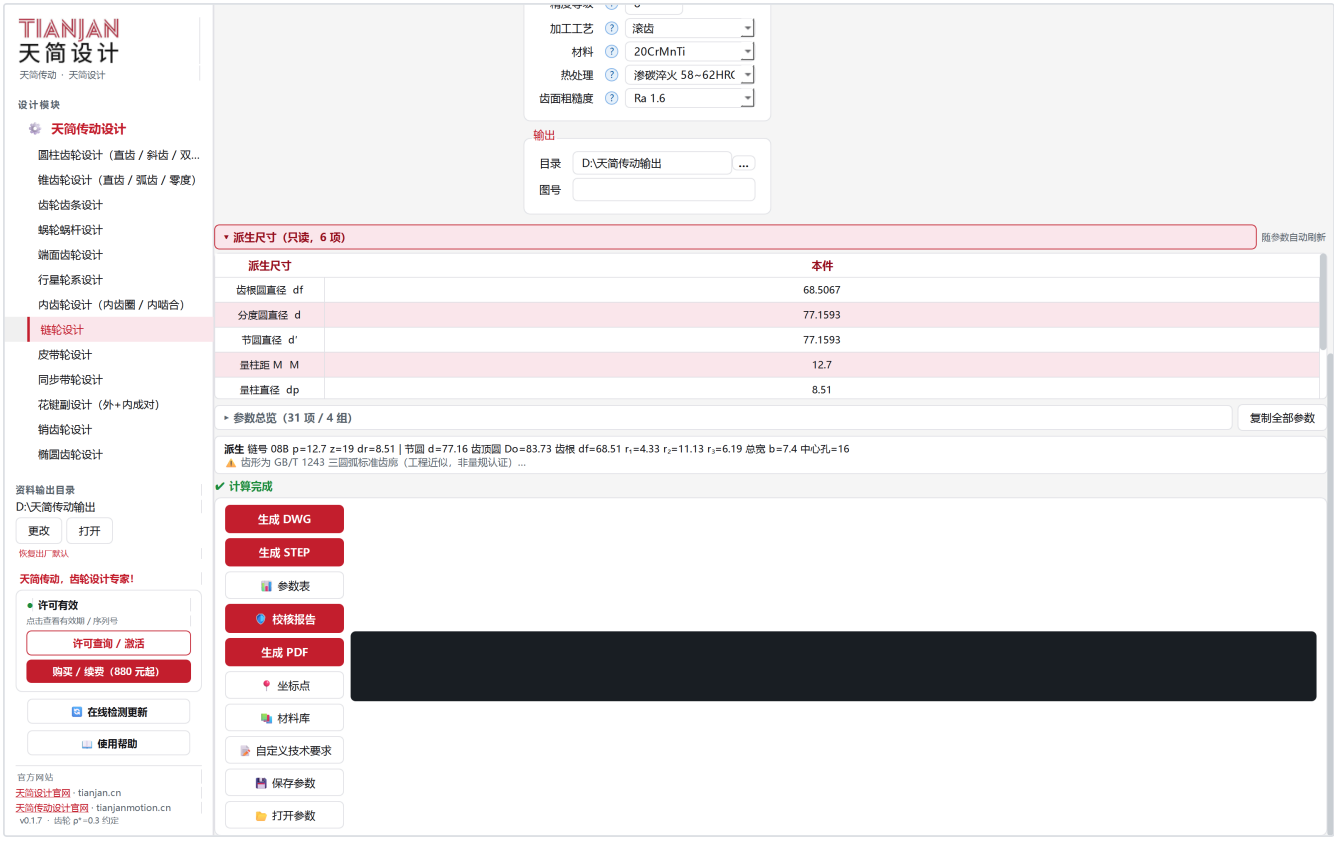


图 7-16　链轮下半屏：派生尺寸（6 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> 链轮齿形按 GB/T 1243 的「三圆弧 - 直线」标准齿形生成（预览标题里也标了这个口径），不是简化的圆弧近似，因此可以直接用于线割或铣削编程。

7.9　皮带轮设计

用途：V 带 / 窄 V 带传动。槽型覆盖 Y、Z、A、B、C、D、E 与 SPZ、SPA、SPB、SPC。

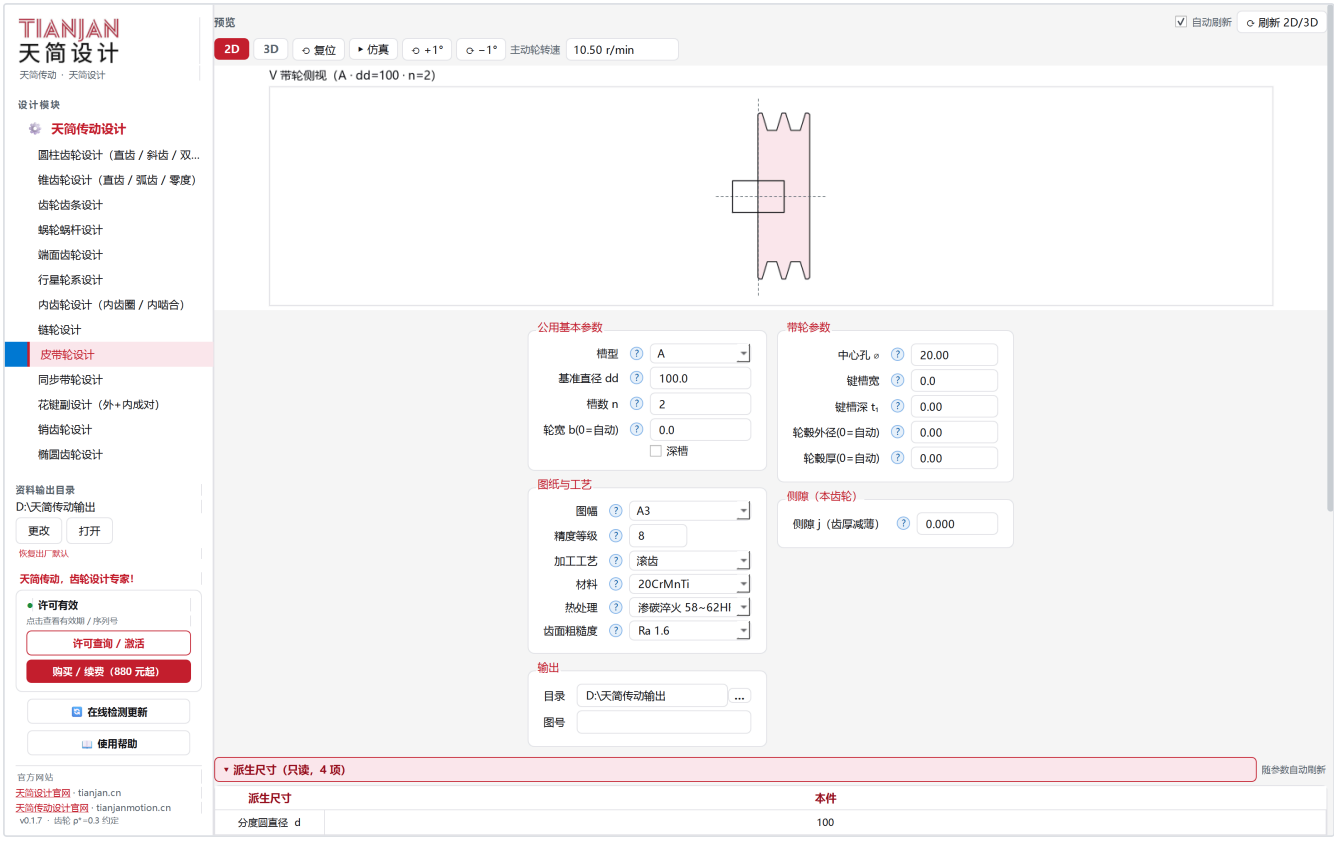


图 7-17 皮带轮：左侧基本参数（槽型、基准直径、槽数、轮宽），右侧带轮参数

参数	说明
槽型	Y / Z / A / B / C / D / E / SPZ / SPA / SPB / SPC。本例 A。槽型决定槽形角与槽深。
基准直径 dd	带轮的基准直径（不是外径）。传动比按 dd 计算。
槽数 n	几根带。
轮宽 b（0=自动）	0 = 按槽数与槽间距自动算。
深槽	勾选后加深槽底（增大包角或容纳磨损）。
带轮参数：中心孔 ⌀ / 键槽宽 / 键槽深 t_1	轴孔与键槽。
轮毂外径 / 轮毂厚（0=自动）	0 = 自动。

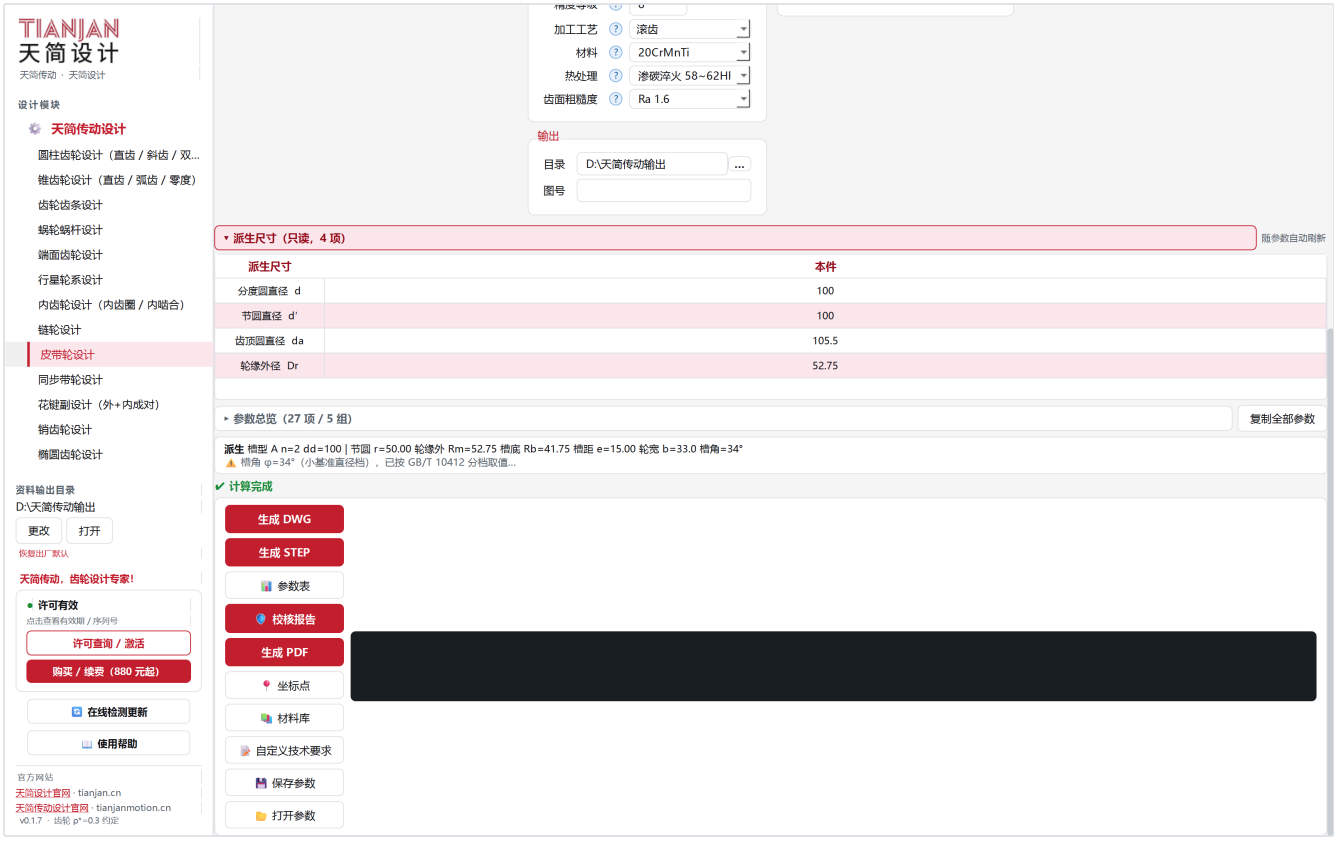


图 7-18　皮带轮下半屏：派生尺寸（4 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

7.10　同步带轮设计

用途：同步带传动（无滑差）。齿型覆盖 HTD 3M/5M/8M/14M、GT 2GT/3GT/5GT/8GT、梯形 MXL/XL/L/H。

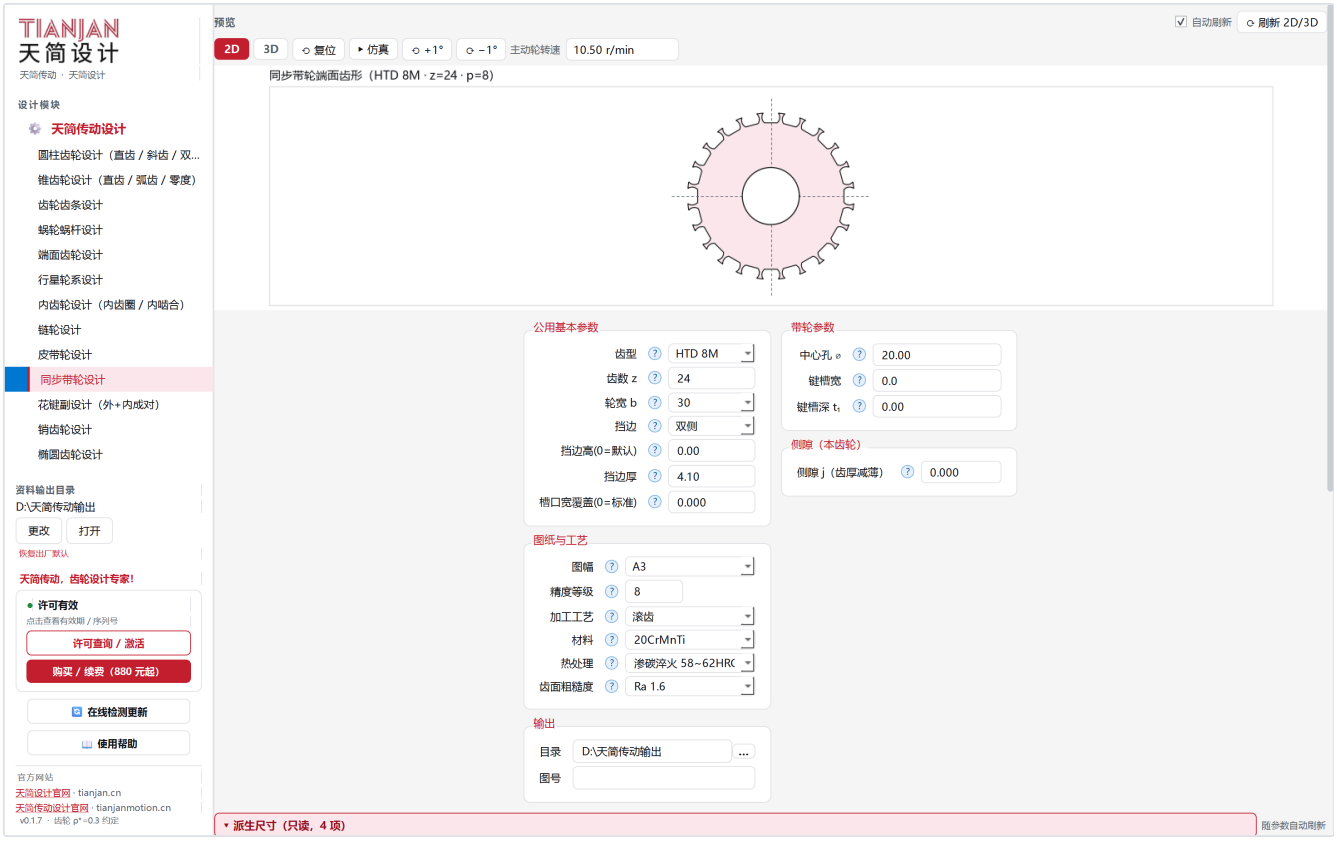


图 7-19 同步带轮：左侧基本参数（齿型、齿数、轮宽、挡边），右侧带轮参数

参数	说明
齿型	HTD（圆弧齿）/ GT（GT 齿形）/ 梯形（MXL、XL、L、H）。本例 HTD 8M。齿型决定齿形与节距。
齿数 z	本例 30。节圆直径 = 节距 × z / π。
轮宽 b	本例 30（下拉 20 / 30 / 50 / 85 或手输）。
挡边	无挡边 / 单侧 / 双侧。本例双侧。
挡边高（0=默认）/ 挡边厚	0 = 按齿型标准取。
槽口宽覆盖（0=标准）	0 = 标准槽口；填值可覆盖默认开口宽度。
带轮参数：中心孔 ⌀ / 键槽宽 / 键槽深 t₁	轴孔与键槽。

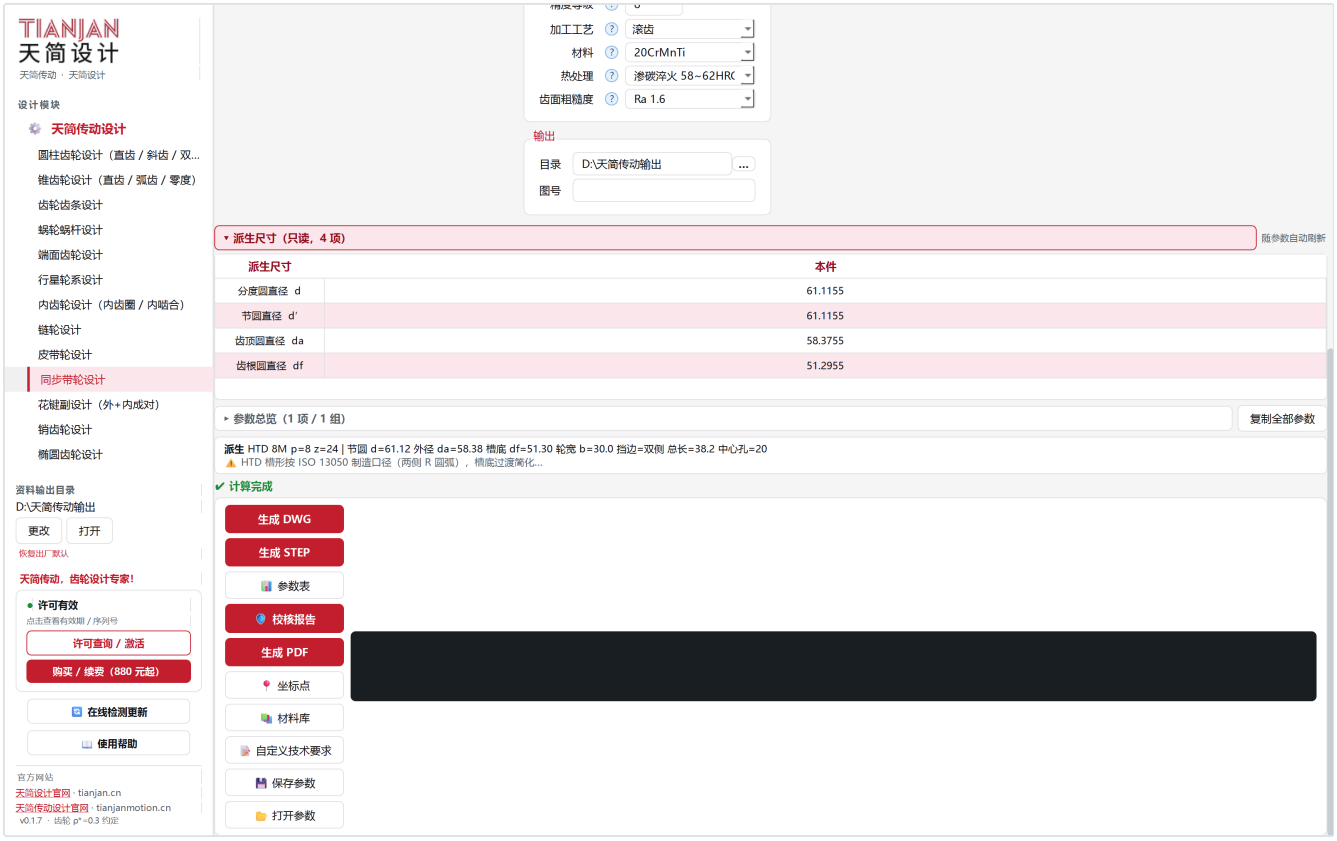


图 7-20　同步带轮下半屏：派生尺寸（4 项）+ 导出区

可导出：DWG、STEP、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> **挡边不是装饰。**小齿数、大速比时同步带容易脱槽，必须加挡边。软件按你选的方式建模， 出图时会画出挡边轮廓——选了「无挡边」图纸上就没有，别到装配时才发现。

7.11　花键副设计（外+内成对）

用途：轴与轮毂的定心连接。支持**渐开线花键**（GB/T 3478 / ISO 4156 / DIN 5480 / ANSI B92.1） 与**矩形花键**（GB/T 1144），一次出「外花键 + 内花键」成对图。

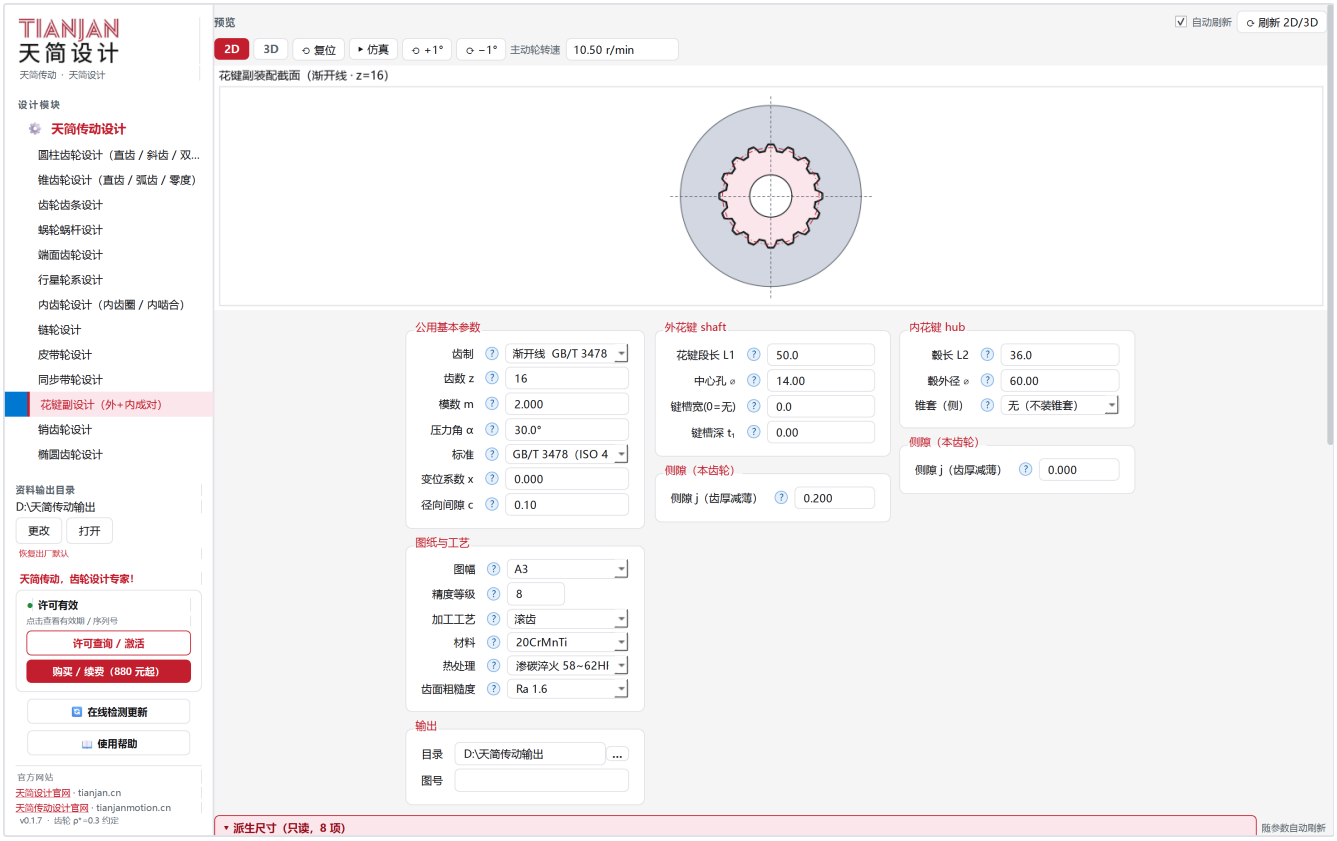


图 7-21 花键副：预览为装配截面（本例「渐开线 · z=16」），左侧为齿制与齿制系数，右侧外/内花键各一列

齿制与齿制系数

参数	说明
齿制	`渐开线 GB/T 3478` 或 `矩形 GB/T 1144`。**切换后下面的参数组整体换掉。**
渐开线：齿数 z / 模数 m / 压力角 α	本例 z=16、m=2.000、α=30.0°（渐开线花键常用 30° 压力角）。
渐开线：标准	`GB/T 3478（ISO 4156）` / `DIN 5480` / `ANSI B92.1`。
渐开线：变位系数 x / 径向间隙 c	本例 x=0.000、c=0.10。
矩形：公差等级 / 大径 D / 小径 d / 径节 DP	矩形花键按大径定心或小径定心。
矩形：轴偏差系列	v / u / t / s / r / p / n / m / k / j / h / g（本例 v）。
矩形：配合 / 键宽 B	配合方式与键宽。
矩形：齿根形式	`平齿根 FLAT` / `圆齿根 FILLET`。圆齿根应力集中小。
矩形：齿根高（工艺）	下拉给出工艺对应值：`拉削 0.55m` / `滚齿 0.60m` / `铣-拉 0.65m` / `冷打 0.84m`。
矩形：齿侧配合	`齿侧配合 SIDE` / `大径配合 MAJOR DIA`。

外花键 / 内花键

分组	参数
外花键 shaft	花键段长 L1（本例 50.0）、中心孔 ⌀（14.00）、键槽宽（0=无）、键槽深 t_1。
内花键 hub	毂长 L2（36.0）、毂外径 ⌀（60.00）、**锥套内孔 / 锥套型号 / 锥套（侧）**： 可选 `无（不装锥套）` / `左（Side 1）` / `右（Side 2）`——装锥套时轮毂按锥套外形建模。
侧隙（本齿轮）	外、内各有自己的侧隙 j（本例外 0.2000、内 0.0000）。

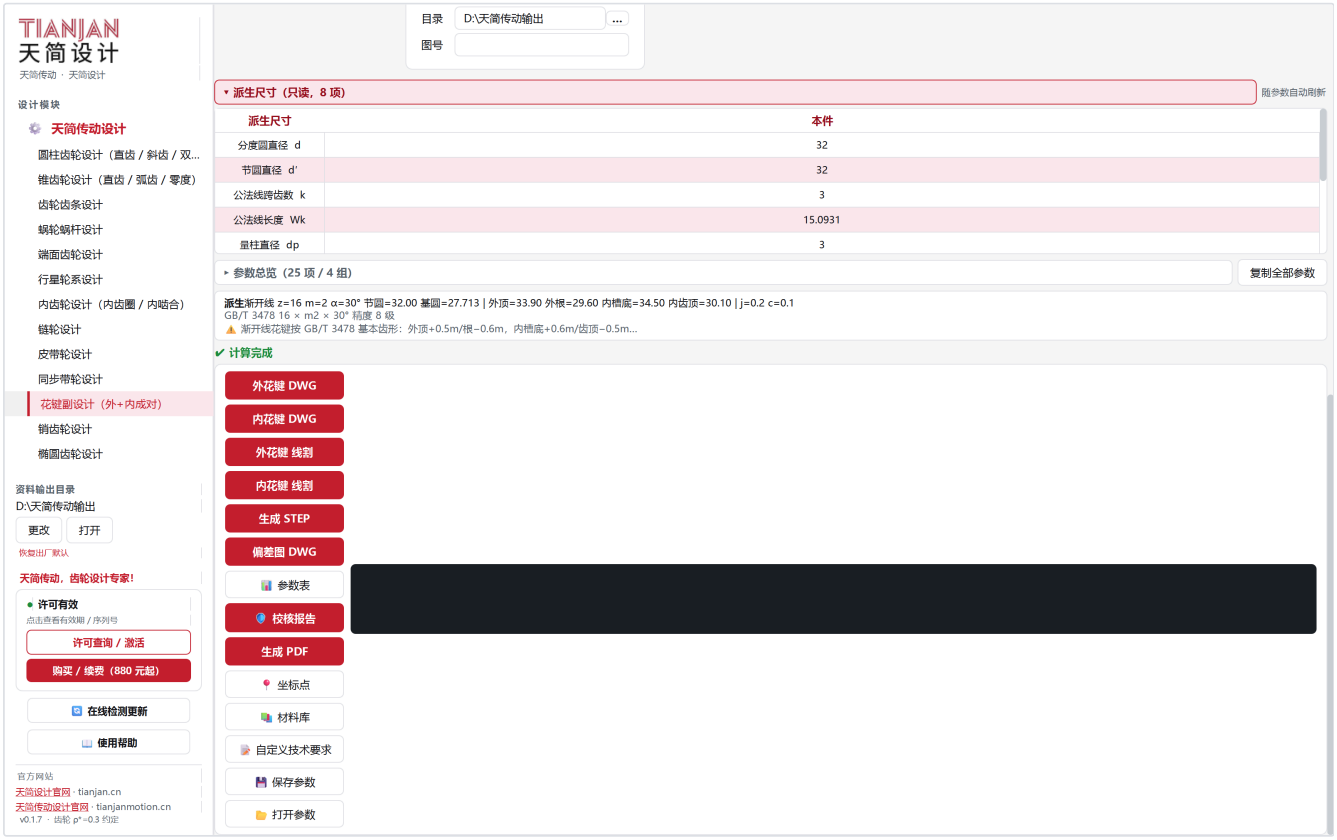


图 7-22　花键副下半屏：派生尺寸含公法线跨齿数 k、公法线长度 Wk、量柱直径 dp；导出区为**外/内各一套 DWG 与线割**，另有偏差图 DWG

可导出：外花键 DWG、内花键 DWG、外花键 线割、内花键 线割、STEP、**偏差图 DWG**、 PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> 派生尺寸那一行还给出了配合口径提示，例如 `渐开线花键按 GB/T 3478 基本齿形：外齿 +0.5m/根 −0.6m，内齿根 +0.6m/齿顶 −0.5m`。 这是软件实际采用的齿厚分配，出图前对一眼。

7.12　销齿轮设计

用途：销齿传动（齿轮 + 销轮），重载、低速、大直径场合（回转窑、搅拌机、闸门启闭机）。 齿廓为**外摆线等距曲线**——这是销齿传动的正确齿形，不是渐开线。

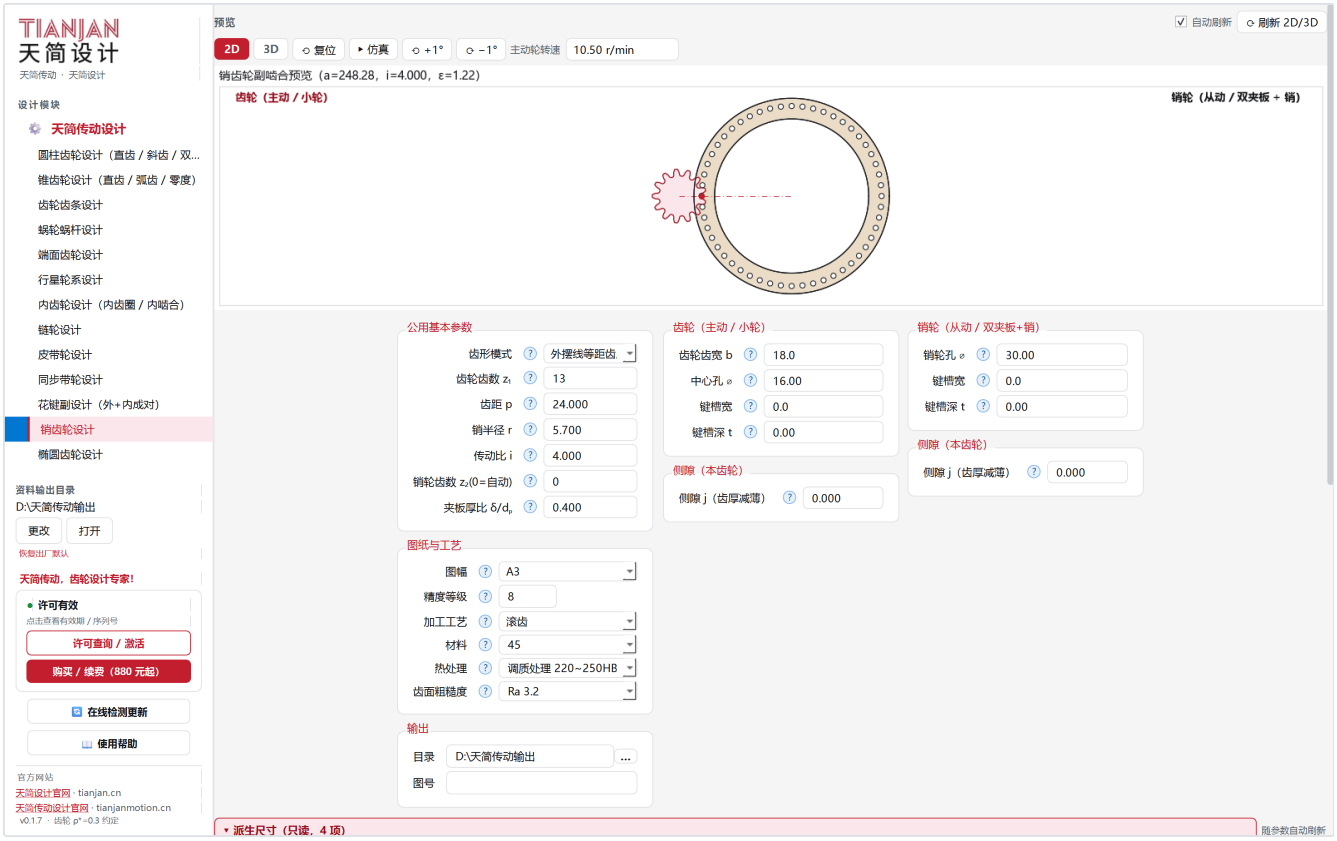


图 7-23 销齿轮：左侧基本参数（齿形模式、齿数、齿距、销半径、传动比），右侧齿轮与销轮两列

参数	说明
齿形模式	外摆线等距齿廓（标准销齿）（默认，正确做法）或 齿条啮合（渐开线对比）（仅用于对比参考）。
齿轮齿数 z_1	主动小轮齿数。
齿距 p	销的节距（= 销轮上相邻销的中心距）。**这是销齿传动的主参数**，不是模数。
销半径 r	销的半径。齿廓按 r 做等距偏置。
传动比 i	由 z_2/z_1 决定，可先给 i 反算 z_2。
销轮齿数 z_2（0=自动）	0 = 按传动比自动取整。
夹板厚比 δ/d_p	双夹板厚度与销直径之比，影响销轮刚度与建模。
齿轮（主动/小轮）	齿轮齿宽 b、中心孔 ⌀、键槽宽、键槽深 t。
销轮（从动/双夹板+销）	销轮孔 ⌀、键槽宽、键槽深 t。

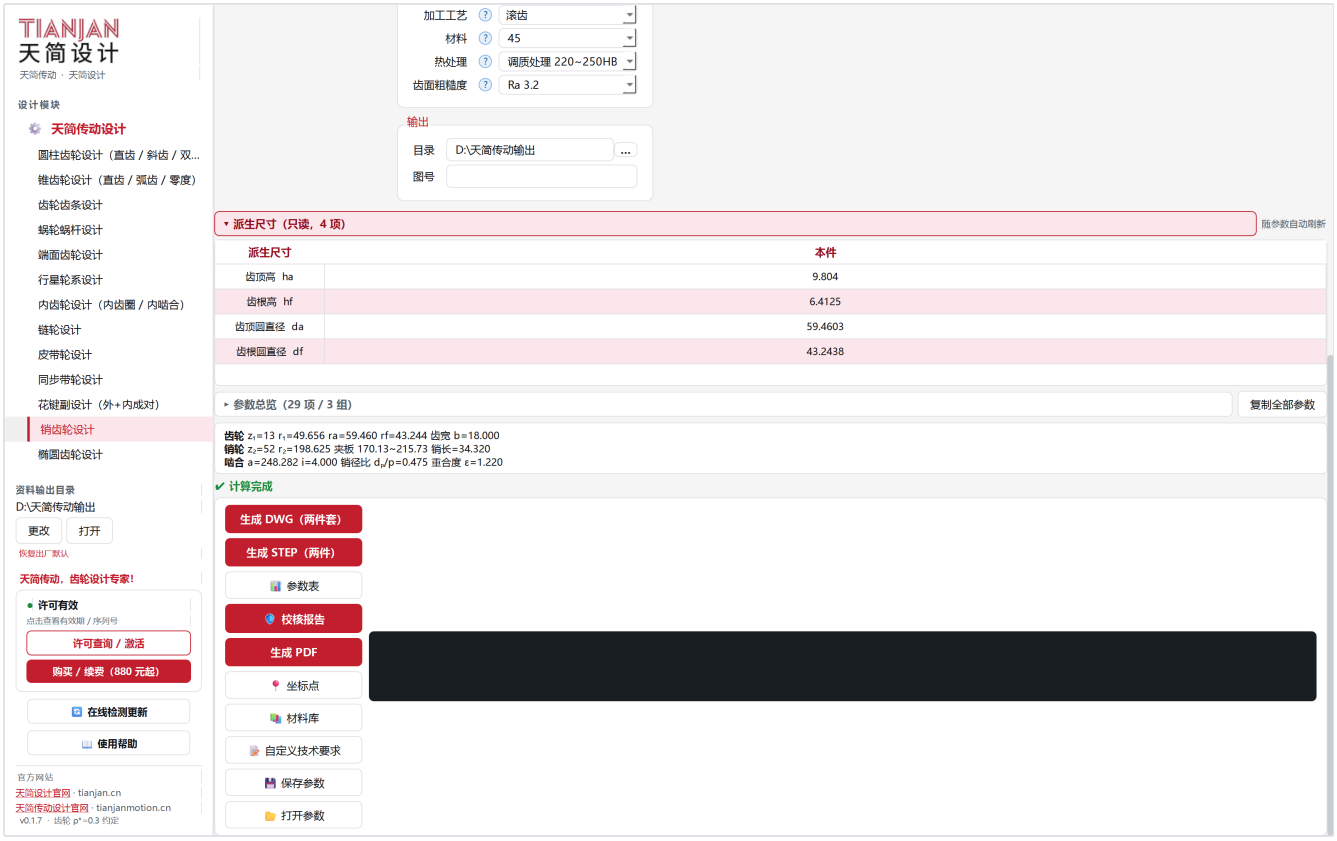


图 7-24　销齿轮下半屏：派生尺寸（4 项）+ 导出区（**两件套** DWG / STEP）

可导出：生成 DWG（两件套）、生成 STEP（两件）、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> 销齿传动的"模数"没有意义，**齿距 p 与销半径 r 才是主参数。**拿到旧图纸时先量这两个， 别去量齿顶圆反推模数——算出来一定对不上。

7.13　椭圆齿轮设计

用途：非圆齿轮，实现**变速比**传动（转动一圈内传动比周期性变化）。 典型用于纺织机械、流量计、压力机、自动包装机。

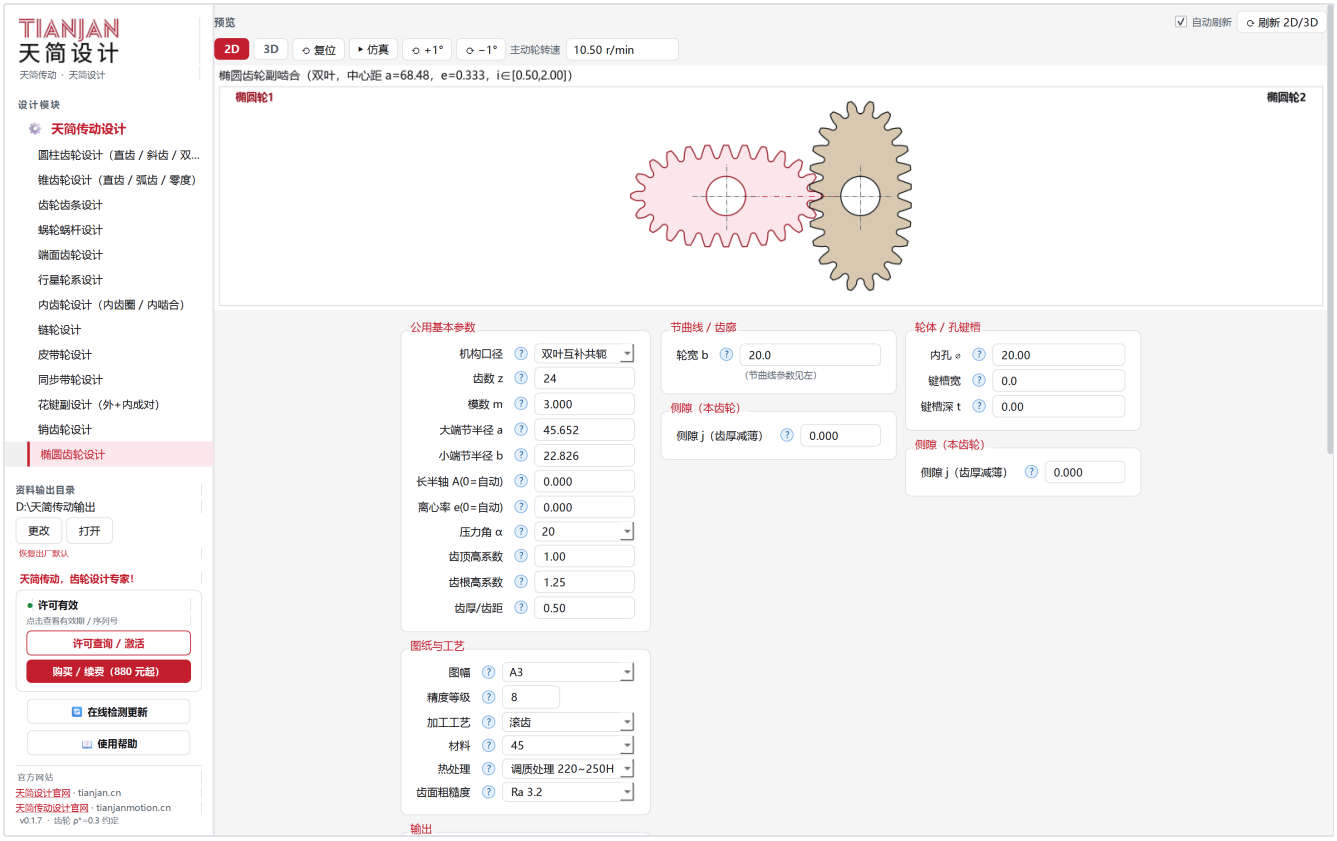


图 7-25　椭圆齿轮：预览标题给出中心距、离心率与**瞬时传动比区间**（本例 a=68.48、e=0.333、i∈[0.50,2.00]）

参数	说明
机构口径	双叶互补共轭（两只相同的双叶椭圆轮互啮，最常用）或 单叶焦点式。
齿数 z	本例 24。椭圆齿轮的齿数必须**偶数**才能保证互补共轭。
模数 m	本例 3.000。
大端节半径 a / 小端节半径 b	本例 45.652 / 22.826。二者之比决定变速比幅度（a/b = i_max）。
长半轴 A（0=自动）/ 离心率 e（0=自动）	0 = 由 a、b 反算。也可直接指定 e 让软件反算 a、b。
压力角 α / 齿顶高系数 / 齿根高系数	本例 20 / 1.00 / 1.25（齿根高系数 1.25 对应 c*=0.25）。
齿厚/齿距	本例 0.50，即齿厚占齿距的一半（标准无侧隙）。
节曲线 / 齿廓：轮宽 b	本例 20.0。节曲线参数在左栏。
轮体 / 孔键槽：内孔 ⌀ / 键槽宽 / 键槽深 t	本例内孔 20.00。

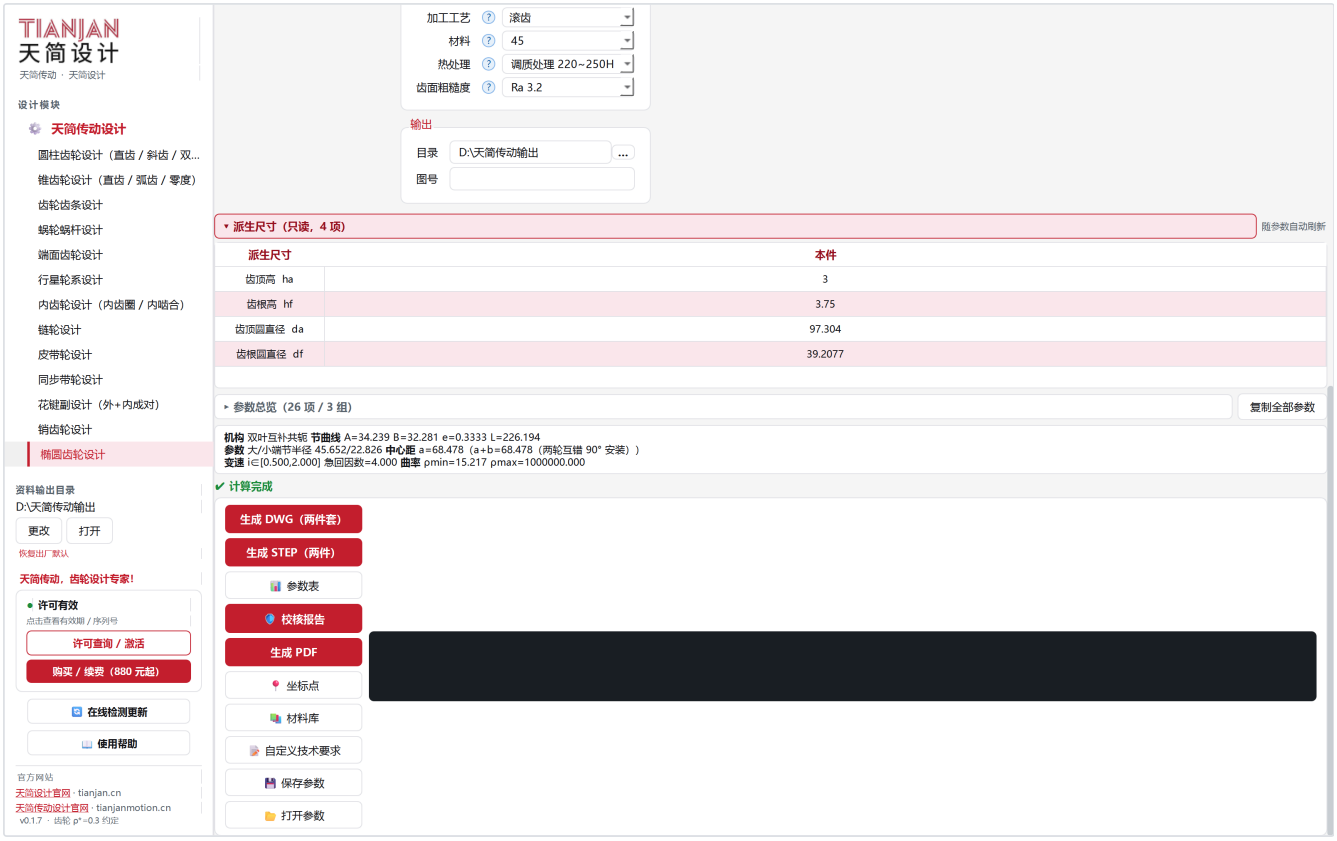


图 7-26　椭圆齿轮下半屏：派生尺寸（4 项）+ 导出区（**两件套**）

可导出：生成 DWG（两件套）、生成 STEP（两件）、PDF、坐标点、参数表、校核报告、材料库。

> **椭圆齿轮不能随便改齿数。**齿数必须是偶数，且两轮的节曲线必须严格互补——改 a、b 之后 务必看预览标题里的 **i∈[...,...]** 是否仍是你想要的区间，再看 2D 有没有齿廓交叉。

13 个模块讲完。回头看会发现：真正需要记的只有**每个模块的 2~4 个主参数**（圆柱是 m/z/x、锥齿是 m/z/δ、蜗杆是 m/q/z_1、链轮是链号/z、同步带是齿型/z、花键是齿制/m/z、销齿是 p/r/z_1、椭圆是 a/b/z）。 其余都是"图纸与工艺"那一套，全模块通用。

第 8 章　内置帮助与常见问题

8.1　使用帮助窗口

左侧栏的 📖 **使用帮助** 打开软件自带的说明书。它与本手册互补：本手册以截图为主、讲“界面上这一块是什么”；内置帮助以文字为主、讲“这个参数按什么公式算”。



图 8-1　《天简传动 使用说明书》窗口：左目录、右正文，顶部可搜索，底部可导出 PDF / TXT

区域 / 按钮	说明
目录（左侧）	共 21 节。0 开始使用、1 启动与授权、2 界面布局与通用操作、3 报表与交付物、4 常见问题、 5 设计与交付闭环工具、6 设计模块详解（6.1~6.13 对应 13 个模块）、附录 参数与符号对照。 **目录顺序与左侧导航的模块顺序一致。**
搜索说明内容	右上角输入关键词（如“公法线”“侧隙”），回车跳到命中处。
显示全部	把 21 节连成一整页，适合 Ctrl+F 全文查找或整体打印。
上一节 / 下一节	顺序翻阅。左下角显示「第 x / 21 节」。
导出 PDF	把整本内置说明书导成 PDF，可离线保存或打印。
另存 TXT	存成纯文本，便于检索或贴进工单。

什么时候查内置帮助：想知道某个参数的**计算口径**（比如侧隙怎么折算、公法线用哪个公式、 K_A 怎么取）时查它；想知道**界面上那块东西怎么用**时翻本手册。

8.2 常见问题

现象	原因与处理
整个工作区是灰的，参数改不动	授权未通过（未激活 / 已到期 / 离线超时 / 被吊销）。看左侧许可卡的状态灯， 按 2.5 节激活或续费。**左侧栏和帮助按钮仍然可点**，这是刻意留的。
下拉框里的字被上下裁掉	面板被压得太窄，或 Windows 显示缩放设成了 150% 以上。 拉宽窗口；仍不行把缩放调到 100% 或 125%。
点导航里的模块，跳到了别的面板	属导航与页面栈错位，请截图反馈（含版本号），不要自行增删模块。
「导出 3D」里只有 STEP，没有 SLDPRT	**正常。**本软件只提供通用 STEP，不调用本机 SolidWorks。 要 SolidWorks 原生件，把 STEP 导入 SolidWorks 后另存即可（实体无损，特征不保留）。
STEP 打开后两轮干涉很大	多半是侧隙或变位组合不合理。先看「♡ 校核报告」与 2D 预览， 再调侧隙 j 与变位 x。齿轮副模式下 STEP 是**装配体**，相位已对齐，干涉就是真的干涉。
预览图形特别大或特别小、位置偏了	视图被缩放/平移过。点「↻ 复位」或双击预览区。**注意「↻ 复位」是复位视角，不是复位参数。**
导出后找不到文件	看③栏运行日志最后一行（写着完整路径），再看左侧「资料输出目录」。 两处对不上说明中间改过目录。
改了侧隙，但齿顶圆直径没变	**正常。**侧隙只减薄齿厚，不动齿顶圆与齿根圆（1.4 节约定二）。
校核报告提示"无法校核"	当前是**单齿轮**模式，没有啮合副。点报告里的「切换到「齿轮副」模式后校核」， 或先把①栏设计模式改成齿轮副。
参数寻优点开始扫描后表格是空的	两种可能：① 还在扫描（看进度条与"准备中/扫描中"）；② 全部组合都没通过门槛（S_H,min / S_F,min / ε_α,min 设太严）。先放宽门槛或缩小扫描范围再试。
椭圆齿轮改齿数后齿形乱了	椭圆齿轮齿数**必须偶数**，且两轮节曲线互补。改成奇数必然错。
内齿轮填正变位后几何报错	内啮合变位方向与外啮合相反。看派生尺寸是否出现"齿顶圆 < 齿根圆"， 把变位往反方向调。
3D 画面粗糙、边缘有锯齿	本机建不了 OpenGL 上下文，软件自动退回了软渲染。 能看能用，不影响导出精度。换一台有正常显卡驱动的机器即可恢复。
打开软件很慢	首次启动要解包，约 3~6 秒属正常；之后会明显变快。若一直很慢， 检查杀软是否在实时扫描程序目录。
更新后软件打不开	新包可能被杀软隔离。到隔离区恢复并加白名单；旧版本保留为 `.old` 可找回。 仍不行联系天简官方。
齿根圆角为什么固定 0.3	这是软件的设计约定（刀具齿顶圆角 0.3m 展成 trochoid 过渡曲线）， 保证出图与实际滚刀一致。要改需先确认刀具，改完出图尺寸会与实际刀具对不上。

8.3 遇到问题时怎么反馈

为了让官方能一次定位，反馈时请一并提供这四项：

1. **本机机器码**——左侧许可卡 →「许可查询 / 激活」→「复制机器码」。
2. **版本号**——左侧栏最底部（如 `v0.1.7`），或窗口标题里的构建时间。
3. **截图**——出问题的面板全屏截图，最好连③栏运行日志一起截。
4. **复现步骤**——哪个模块、哪个模式、填了什么参数、点了哪个按钮。

联系方式见附录 D。若软件整体起不来，还可查看日志文件 `%LOCALAPPDATA%\\TJDrive\\logs\\app.log`，把它一并发过去。

照着这个模板写，一次就能定位

下面这段可以直接复制，把括号里的内容换成你的实际情况。官方看到这七行，基本不需要再来回问：

```
【TJDrive 问题反馈】
版本    ：v0.1.7（窗口标题或左侧栏底部）
机器码  ：TJ-XXXX-XXXX-XXXX（许可窗口 →「复制机器码」）
模块    ：圆柱齿轮设计 / 齿轮副模式
关键参数：m2  z20/40  b40  x=0  材料 20CrMnTi
操作步骤：① 选齿轮副 ② 填上面参数 ③ 点「生成 DWG」
现象    ：日志停在「② accoreconsole 转换为真 DWG」，无文件产生
能否复现：每次都能 / 偶发（约 3 次 1 次）
附件    ：截图 2 张、app.log
```

> **「日志停在哪一步」比「报错了」有用得多。**③栏运行日志里每一行都带序号（① 生成 DXF、② 转 DWG、③ 回读校验），把最后一行原样贴出来，官方立刻能判断是转换器、权限还是几何的问题。

附　录

附录是查表用的：**A 查符号**（这个字母代表什么、单位、在哪一栏改）、**B 查标准**（软件里那条技术要求 出自哪本国标）、**C 查文件**（导出的东西叫什么、存在哪、哪些不能删）、**D 找人**。

附录 A　参数与符号对照

表中「在哪改」一栏用本手册的三个栏位简称：① 基本参数栏（左列）、② 构件参数栏（中列）、 ③ 预览与导出栏（右列）。标「自动」的是软件算出来、只显示不能填的派生值，它们在③栏「参数总览」里能看全。

A.1　几何与齿制

符号	名称	单位	常见值	在哪改	说明
m_n	法向模数	mm	2	①	斜齿按**法向**定义；β=0 时就是直齿的 m。下拉里只列 GB/T 1357 标准系列。
m_t	端面模数	mm	自动	—	$m_t = m_n / \cos\beta$。β=0 时等于 m_n。
m	模数	mm	2	①	锥齿轮、齿条、蜗杆（轴向模数）、行星、内齿轮、椭圆齿轮用这个符号。
α_n	法向压力角	°	20	①	国标默认 20°；AGMA 齿制常用 25°。改了它齿形、公法线、跨棒距全变。
α_t	端面压力角	°	自动	—	$\tan\alpha_t = \tan\alpha_n / \cos\beta$。
β	螺旋角	°	0	①	**β=0 直齿，β>0 斜齿**——圆柱齿轮面板就靠这一个值切换引擎；同时决定旋向（左/右）是否可填。
z	齿数	—	20	②	齿轮副里分 z_1 / z_2；双联分「联1 / 联2」。
b	齿宽	mm	40	②	斜齿的实际齿宽；锥齿按齿宽中点校核。
h_a^*	齿顶高系数	—	1.0	①	约束 $0 < h_a^* < 2$。改它会改齿顶圆，进而改整张图。
c^*	顶隙系数	—	0.25	①	约束 $0 \le c^* \le 1$。国标正常齿 0.25、短齿 0.3。
ρ^*	齿根圆角系数	—	0.3	①（只读）	**固定 0.3**：刀具齿顶圆角 = $\rho^* \cdot m$，齿根按滚齿展成 trochoid 过渡曲线。这是软件约定，见 1.4 节。
x	变位系数	—	0	②	正变位齿轮外径变大、齿厚变厚；负变位相反，慎用到齿根变尖。
d	分度圆直径	mm	自动	—	$d = m_n \cdot z / \cos\beta$。
d_a	齿顶圆直径	mm	自动	—	标准齿轮 $d_a = m(z+2)$；带变位 $d_a = d + 2m(h_a^* + x)$。
d_f	齿根圆直径	mm	自动	—	标准齿轮 $d_f = m(z-2.5)$；带变位 $d_f = d - 2m(h_a^* + c^* - x)$。
d_b	基圆直径	mm	自动	—	$d_b = d \cdot \cos\alpha_t$，渐开线的发生圆。
h_a / h_f	齿顶高 / 齿根高	mm	自动	—	$h_a = m(h_a^* + x)$，$h_f = m(h_a^* + c^* - x)$。

符号	名称	单位	常见值	在哪改	说明
s / e	齿厚 / 齿槽宽	mm	自动	—	分度圆上弧齿厚 s 与槽宽 e，s + e = p。
p	齿距	mm	自动	—	p = π·m。
a	标准中心距	mm	自动	—	a = m(z₁ + z₂)/2，齿轮副/啮合计算栏自动给出。
a′	实际中心距	mm	自动	①（可指定）	「中心距 a′ 指定值」填了就按它算啮合角；填 0 表示按标准中心距。
α′	啮合角	°	自动	—	cosα′ = a·cosα$_t$ / a′。变位后一般 ≠ 20°。
i	传动比	—	自动	—	i = z₂ / z₁，啮合计算栏显示。
ε$_\alpha$	端面重合度	—	自动	—	一般要求 ≥ 1.2。校核与寻优都会用到它作门槛。
W$_k$	公法线长度	mm	派生	—	跨 k 个齿的公法线，车间最常用的齿厚检验量。k 由齿数决定。
M	跨棒距	mm	派生	—	量棒（球）跨距，内齿、斜齿常用；与 W$_k$ 二选一写进技术要求。

A.2 侧隙、修形与校核量

符号	名称	单位	常见值	在哪改	说明
j	侧隙（齿厚减薄）	mm	0.05 ~ 0.15	②	**只减薄齿厚，不动 d$_a$ / d$_f$**。这是软件的第二条约定，见 1.4 节。齿轮副两轮各自填，总侧隙是两者之和。
C$_a$	齿顶修缘量	mm	0	①	「齿顶修缘（自定义）」组：沿齿顶把齿廓削掉一条，减小啮入冲击。
h$_{sp}$	修缘起始位置	—	0	①	从齿顶往下多深开始修缘，按模数比例给。
C$_\beta$	齿向鼓形量	μm	0	①	沿齿宽中凸，抵消轴系偏载。0 表示不鼓形。
切顶量	齿顶切顶	mm	0	①	把齿顶圆车小一圈，用于避免与外圈/内齿干涉；**不影响齿根。**
K$_A$	使用系数	—	1.0 ~ 1.5	校核	按原动机与工作机冲击特性取；电机+均匀载荷取 1.0。
S$_H$	接触强度安全系数	—	≥ 1.0	校核	校核报告第一行。低于 1.0 判「不合格」，需要加宽齿宽或换材料。
S$_F$	弯曲强度安全系数	—	≥ 1.0	校核	校核报告第二行。断齿先看这一项。

A.3 精度、材料与工艺

项目	取值	在哪改	说明
图幅	A0 ~ A4	①	决定图框大小与标题栏位置（GB/T 10609.1，180×56）。选小了尺寸会挤，选大了浪费纸。
精度等级	6 / 7 / 8 级	①	GB/T 10095 系列，**数字越小越精。**6 级磨齿、7 级滚齿精滚、8 级普通滚齿。

项目	取值	在哪改	说明
加工工艺	滚齿 / 插齿 / 铣齿 / 线割	①	写进技术要求；同时影响线割按钮是否可用（线割只对直齿开放）。
材料	45 / 40Cr / 20CrMnTi …	①	校核时按材料取许用应力；写进标题栏与技术要求。
热处理	调质 / 渗碳淬火 / 表面淬火	①	与材料配套选；渗碳淬火配 20CrMnTi，调质配 45 / 40Cr。
齿面粗糙度	Ra 0.8 ~ 3.2	①	6 级配 Ra0.8、7 级配 Ra1.6、8 级配 Ra3.2 是常见搭配。
未注尺寸公差	GB/T 1804-m	自动	固定写进技术要求第 2 条，不需要手填。
未注形位公差	GB/T 1184-H	自动	同上。

A.4　结构：孔、键槽与轮毂

项目	单位	在哪改	说明
中心孔 ⌀	mm	②	轴孔直径。填 0 表示不出孔（实心齿轮）。
键槽宽	mm	②	按 GB/T 1095 / 1096 标准键宽；填 0 表示无键槽。
键槽深 t_1	mm	②	槽底到孔壁的距离，随键宽查表，不能乱填。
轮毂1 ⌀d_1 / 伸出 l_1	mm	②	轮毂 Hub 组：一侧凸台的直径与伸出长度，两侧可不对称。
轮毂2 ⌀d_2 / 伸出 l_2	mm	②	另一侧。
端部倒角 C / 孔口倒角 C	mm	②	轮毂端面外圆倒角 / 孔口倒角，一般 1~2。
紧定螺钉 ⌀	mm	②	轮毂径向螺钉孔，填 0 不打。
键槽位置	—	②	单键 / 双键（180°）等布置方式。
腹板厚 s / 腹板外径 d_w	mm	②	大直径齿轮做腹板减重；腹板外径要小于齿根圆，否则报错。
轮缘厚	mm	②	内齿轮专用：齿根圆到外圆的壁厚。
花键段长 L_1 / 毂长 L_2	mm	②	花键副专用，外花键轴段与内花键毂的长度。

> **怎么快速核对自己填对没有：**填完看③栏「参数总览」里的派生尺寸，用标准公式手算一遍关键三个值 （d、d_a、d_f）。对不上就是某个系数填错了——本手册第 4 章那套 m2 / z20 / b40 的算例可以当标尺。

附录 B　标准索引

软件出图、写技术要求、做校核时引用到的国标汇总如下。需要原文时以标准发布机构的正式文本为准， 本表只说明**软件在哪一处在用它。**

标准号	内容	软件里的用途
GB/T 1356	渐开线圆柱齿轮基本齿廓	① 栏「齿制标准」下拉的默认项；h_a*、c*、ρ* 的基准齿条齿廓。下拉里另有 ISO 53 / DIN 3972 / AGMA（25°）可选。

标准号	内容	软件里的用途
GB/T 1357	渐开线圆柱齿轮 模数	模数下拉只列标准系列（第一系列 / 第二系列 / 全部）。
GB/T 2363	小模数渐开线圆柱齿轮基本齿廓	模数下拉的「小模数系列」分组。
GB/T 10095.1	圆柱齿轮精度制 第 1 部分（齿面偏差）	① 栏「精度等级」6/7/8 级；齿距偏差、齿廓总偏差等检验项的口径。
GB/T 10095.2	圆柱齿轮精度制 第 2 部分（径向综合偏差）	蜗杆/蜗轮精度与径向综合偏差相关项。
GB/T 3480.1 ~ .5	渐开线圆柱齿轮承载能力计算	**「🛡 校核报告」的全部依据**：.1 通用影响系数、.2 齿面接触强度、.3 轮齿弯曲强度、.5 材料强度与质量。报告里 S_H / S_F 就出自这里。
GB/T 3478.1 / .2	圆柱直齿渐开线花键（30° 压力角）	花键副模块的默认齿制；公差带按 3478.1 的表查。下拉另有 DIN 5480、ANSI B92.1。
GB/T 1144	矩形花键 尺寸与公差	花键副切到「矩形」齿制时的齿数/键宽标准系列。
GB/T 1095 / 1096	平键 键槽剖面尺寸 / 普通平键	所有模块的「键槽宽 / 键槽深 t_1」；DXF 里键槽轮廓也按它画。
GB/T 1243	传动用短节距精密滚子链与链轮	链轮模块：链号 → 齿数 → 「三圆弧一直线」齿槽形状，B 系列 06B~40B。
GB/T 10412	带传动 V 带轮（槽型 / 基准直径 / 槽角）	皮带轮模块：A/B/C/D 与 SPZ/SPA/SPB/SPC 槽型、槽角随基准直径分档、槽数与轮宽。
GB/T 10085	圆柱蜗杆传动基本参数	蜗轮蜗杆模块：直径系数 q 的标准系列（8~18）、中心距系列；蜗轮许用接触应力随滑动速度下降的简化曲线。
GB/T 1804	一般公差 未注线性和角度尺寸	技术要求自动写入「未注公差 GB/T 1804-m」。
GB/T 1184	形状和位置公差 未注公差值	技术要求自动写入「未注形位公差 GB/T 1184-H」。
GB/T 10609.1	技术制图 标题栏	图框与标题栏尺寸（180×56）；双联总图、线割图共用同一套。
GB/T 699	优质碳素结构钢	材料库里的 45 钢；校核取许用应力。
GB/T 3077	合金结构钢	材料库里的 40Cr / 42CrMo / 20CrMnTi 等。

> **齿制标准不只是"填个名"：**切到 AGMA 会把压力角基准换成 25°、切到 DIN 3972 会换齿根圆角口径， 派生尺寸跟着变。同一张图前后换过齿制，尺寸对不上是正常的——要么统一，要么重出图。

附录 C　文件与目录说明

C.1　导出的文件叫什么

命名规则是**「参数即文件名」**：模数、齿数、（斜齿再加螺旋角与旋向）、图号依次拼起来。这样一堆图纸摆在 一个文件夹里，光看文件名就知道是哪一件，不用逐个打开。

生成动作	文件名	举例
生成 DWG / PDF（直齿单件）	`齿轮_m{模数}z{齿数}[_{图号}].dwg / .pdf`	`齿轮_m2z20.dwg`

生成动作	文件名	举例
生成 DWG / PDF（斜齿单件）	`斜齿轮_mn{模数}z{齿数}b{螺旋角}{旋向首字}.dwg`	`斜齿轮_mn2z20b15R.dwg`
齿轮副（两件都出）	两件各自按上面规则命名，靠 `_{图号}` 区分	`齿轮_m2z20_01.dwg` / `齿轮_m2z40_02.dwg`
斜齿副	`斜齿副_mn{模数}_z{z1}-{z2}b{螺旋角}{旋向}.dwg`	`斜齿副_mn2_z20-40b15R.dwg`
双联齿轮总图	`双联_z{z1}-{z2}_m{m1}-{m2}[_{图号}].dwg`	`双联_z20-30_m2-2.dwg`
生成线割 DWG	原名加 `_线割图`，同时得到 `.dxf`（1:1）与 `.dwg`	`齿轮_m2z20_线割图.dwg`
生成 3D（STEP）	同名 `.step`；齿轮副出装配 `_装配.step` / `_副装配.step`	`齿轮_m2z20.step`
📍 **坐标点**	在 `齿形坐标点\` 子目录下：`_{标签}_齿形点.csv`、`.dxf`，斜齿另加 `_{标签}_齿面XYZ点.csv`	`齿形坐标点\齿轮1_齿形点.csv`
📊 **参数表**	`齿轮参数表_{报表标题}.xlsx`	`齿轮参数表_圆柱齿轮副.xlsx`
🎯 **参数寻优**	`参数寻优结果.csv`（在输出目录）	—
🩺 **微点蚀 / 磨损**	`微点蚀磨损评估报告.txt`	—
🔬 **检测图**	`检测图_{零件名}.png`	`检测图_齿轮_m2z20.png`
花键副	`_外花键.dxf`、`_内花键.dxf`、`_偏差图.dxf`、`_分体锥套.dxf`、`_外花键_线割.dxf`	—
💾 **保存参数**	`{自定义名}.tjp`（JSON 文本，可手改可传同事）	`减速箱一级齿轮.tjp`

> **同名会覆盖：**同一个输出目录里，如果两件齿轮的「模数+齿数+图号」完全一样，后出的会盖掉先出的。**出图前把「图号」填上**，这是唯一可靠的区分手段。

C.2 软件自己的数据放在哪

下面这些是软件运行时要读写的东西，**不是**你导出的成果。排查问题、换机器、备份时按这张表找。

路径	内容	能不能删
`%LOCALAPPDATA%\TJDrive\logs\app.log`	运行日志。启动失败、导出报错都在这里；超过 2 MB 自动轮转成 `app.log.1`（只留一代）	能删，删了会重建。反馈问题时**先把它存一份**再删。
`%LOCALAPPDATA%\TJDrive\update_skip.json`	「这个版本别再提醒我」记的版本号	能删。删了下次启动会重新提示更新。
`%APPDATA%\TJDrive\`	`company_standards.json`（三套企业标准定义）、`user_prefs.json`（界面偏好、自定义技术要求正文）、`materials.json`（用户材料库）、`machine_code_cache.json`（机器码缓存）	**删了就丢。**企业标准与材料库请先用对话框里的「备份」导出 JSON。

路径	内容	能不能删
`%LOCALAPPDATA%\TJDrive\out_dir.json`	左侧栏「资料输出目录」卡片显示的路径，关掉软件下次还记得	能删，删了退回默认 `文档\天简传动输出`。
`%LOCALAPPDATA%\Temp\`	DXF→DWG 转换、PDF 合成用的临时文件	能删。软件退出时本应自行清理，残留属正常。

换电脑怎么搬：成果文件（.dwg / .step / .tjp / .xlsx）直接拷走即可，它们是自包含的。 要连「企业标准」「材料库」「自定义技术要求」一起搬，别手工拷文件夹——在原机器上用对话框里的 **「备份」**按钮导出成 JSON，在新机器上导入。这样不会被内存里的旧值写回覆盖， 也不怕路径记错。

C.3　备份建议

1. **成果按项目建文件夹**——左侧「资料输出目录」改到项目目录，一个项目一个文件夹，别全堆在默认目录。
2. **.tjp 参数文件是设计留痕**——图改了、参数没存，下次想复现只能重新算。关键方案出图后顺手点一次「💾 保存参数」。
3. **企业标准先备份再改**——三套槽位是覆盖写，改错了没有撤销。
4. **日志不用长期保留**——只在出问题时留一份给官方。

附录 D　联系与授权

左侧栏底部常驻两个官方入口（图 9-1）。它们刻意放在导航区之外——**即使授权过期、工作区整体变灰， 这两个链接和「📖 使用帮助」依然点得动**，就是为了让最需要联系官方的时候还能联系上。



图 9-1　侧栏底部的「官方网站」两行链接与版本号（`v0.1.7 · 齿轮 ρ*=0.3 约定`）

事项	渠道 / 做法
天简传动设计官网	**tianjanmotion.cn**
天简设计官网	**tianjan.cn**（鄂ICP备2026054449号-1）
购买 / 续费	左侧许可卡的 **「购买 / 续费（880 元起）」**按钮，或在「许可查询 / 激活」窗口里看档位： 30 天 880 元、365 天 8800 元、1095 天 19800 元。
激活 / 换机	「许可查询 / 激活」→ 复制机器码 → 发给官方换取激活码 → 粘贴 → 激活。详见 2.5 节。
技术支持	按 8.3 节的四项准备：**机器码、版本号、截图、复现步骤**，能附上 `app.log` 最好。
更新	左侧「🔄 在线检测更新」。强制更新不受「忽略此版本」影响。

版权声明

本软件（天简传动 TJDrive）的著作权归**武汉市江夏区天简设计工作室**所有， 仅授权给已获天简官方书面许可的用户在约定范围内使用。未经权利人许可，下列行为均属违法：

- 反编译、反汇编、逆向工程、还原源码、修改或规避授权校验；
- 去除、篡改软件内的版权声明或技术保护措施；
- 复制、分发、出租、转授权或以任何形式向第三方提供本软件。

上述行为违反《中华人民共和国著作权法》《计算机软件保护条例》以及《中华人民共和国刑法》第 285 / 286 条， 依法承担民事乃至刑事责任。

> **本手册的边界：**手册讲的是**软件怎么用。**齿轮设计的理论基础、材料与热处理选型、加工工艺参数 不在本手册范围内，请以 GB/T 3480、GB/T 10095 等标准原文与本单位工艺文件为准。 软件算出的安全系数是**校核参考**，最终设计责任在设计者。