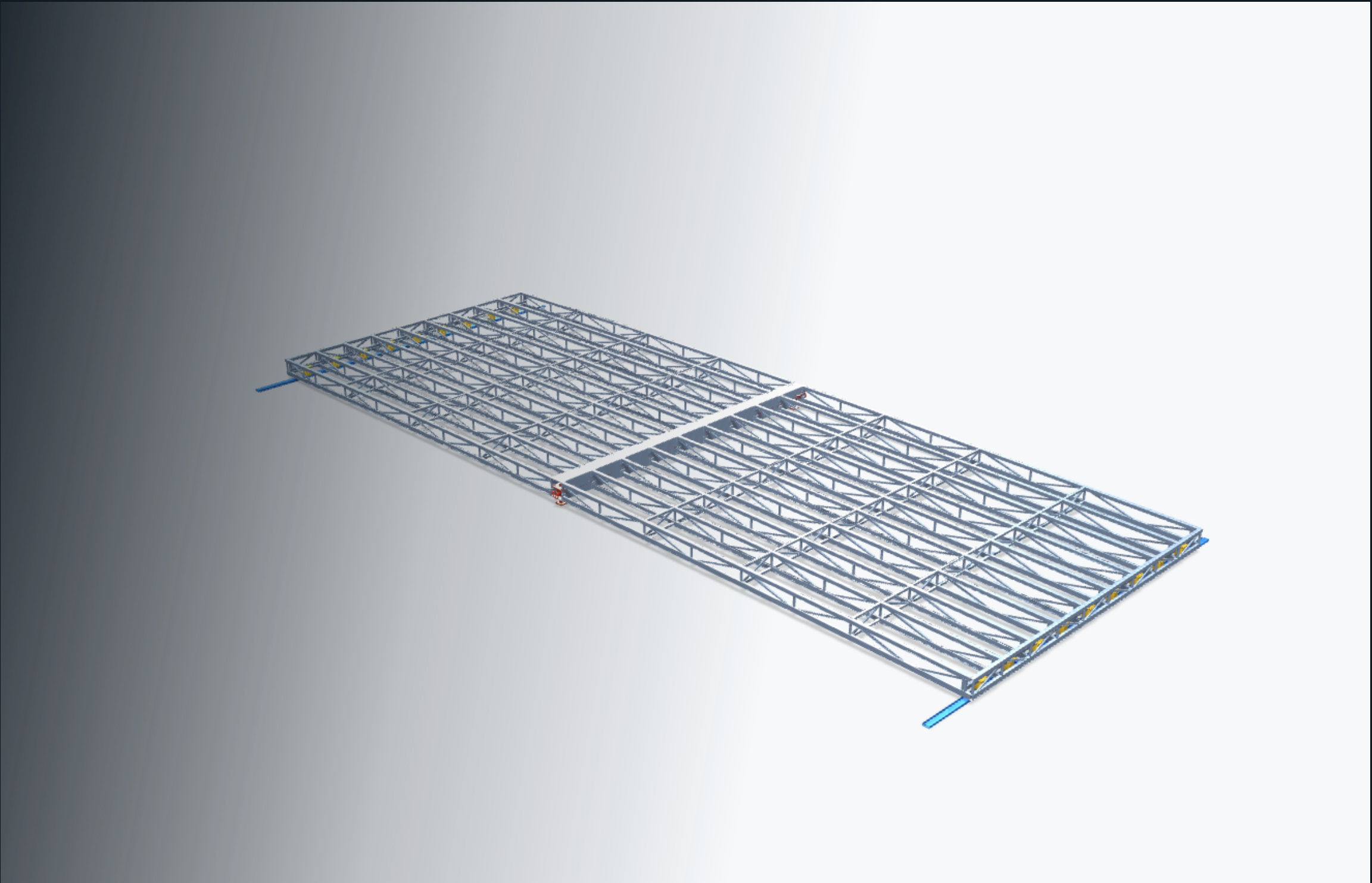


设计计算书暨施工方案

泳池滑动盖

不锈钢桁架结构

私家花园泳池 · 15m × 5m



15.8 _m	320 _{mm}	9 _榀	2×15 _t	18 _轮	43 _{kgf}
盖板跨度	桁架高度	主桁架	跨中升降机	尼龙承重轮	单人可推

目录

CONTENTS

01 方案概述与亮点 一页看懂整体设计 · 五大核心特点 · 交互式 3D 模型演示

02 设计依据与目标 规范依据 · 材料参数 · 设计目标与模型结论对照

03 结构体系与计算 桁架几何 · 跨中箱梁与升降机 · 滑动/支顶/轻载三工况全面验算

04 轮组与导轨系统 $\phi 150$ 尼龙承重轮 · 手推力 43kgf · 固定/活动双轨与热膨胀

05 关键节点与对比 节点放大演示 · 新旧方案对比 · 使用与施工要点

06 综合结论 满足正常使用要求 · 可进入施工图与制造阶段

一页看懂 本方案

私家花园泳池配套的**不锈钢滑动盖**：盖板 15.8m × 5.8m， 由 9 榀预拱桁架、跨中横向传力箱梁、2 台 15t 螺旋升降机与 18 个重型尼龙承重轮构成， 沿池边固定/活动双导轨**人力推拉滑动**。

滑动时**仅承受自重**，轻巧易推 → 就位后**升降机顶起约 20mm**， 结构转为 2×7.9m 连续梁 → 作为茶台、沙发与家庭聚会的**休闲平台**使用。

SF ≥ 1.80

支顶后构件安全系数（GB 50017 验算）

6.0_{mm}

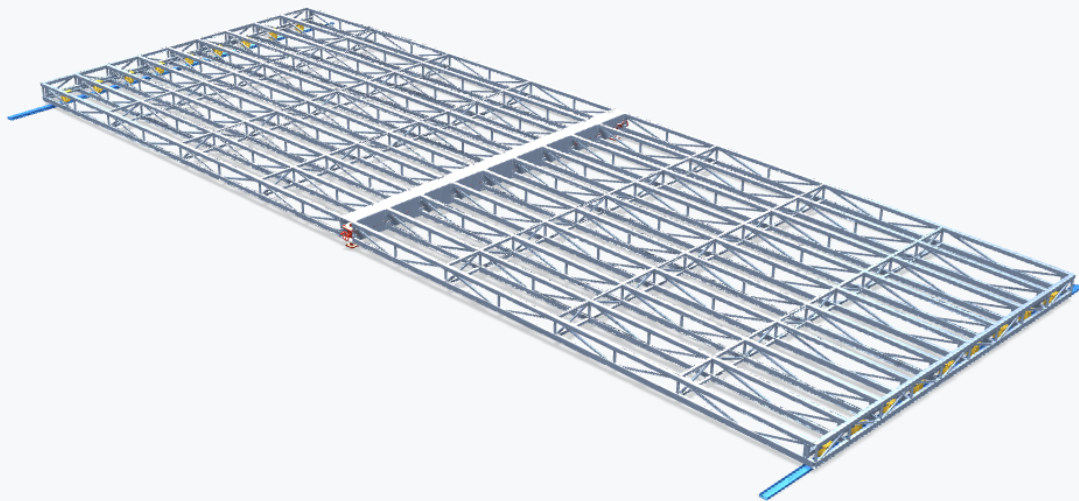
使用荷载挠度 = L/1312（限值 L/500）

90_{mm}

预拱度 · 补偿自重挠度 94mm

43_{kgf}

匀速手推力 · 单人可推

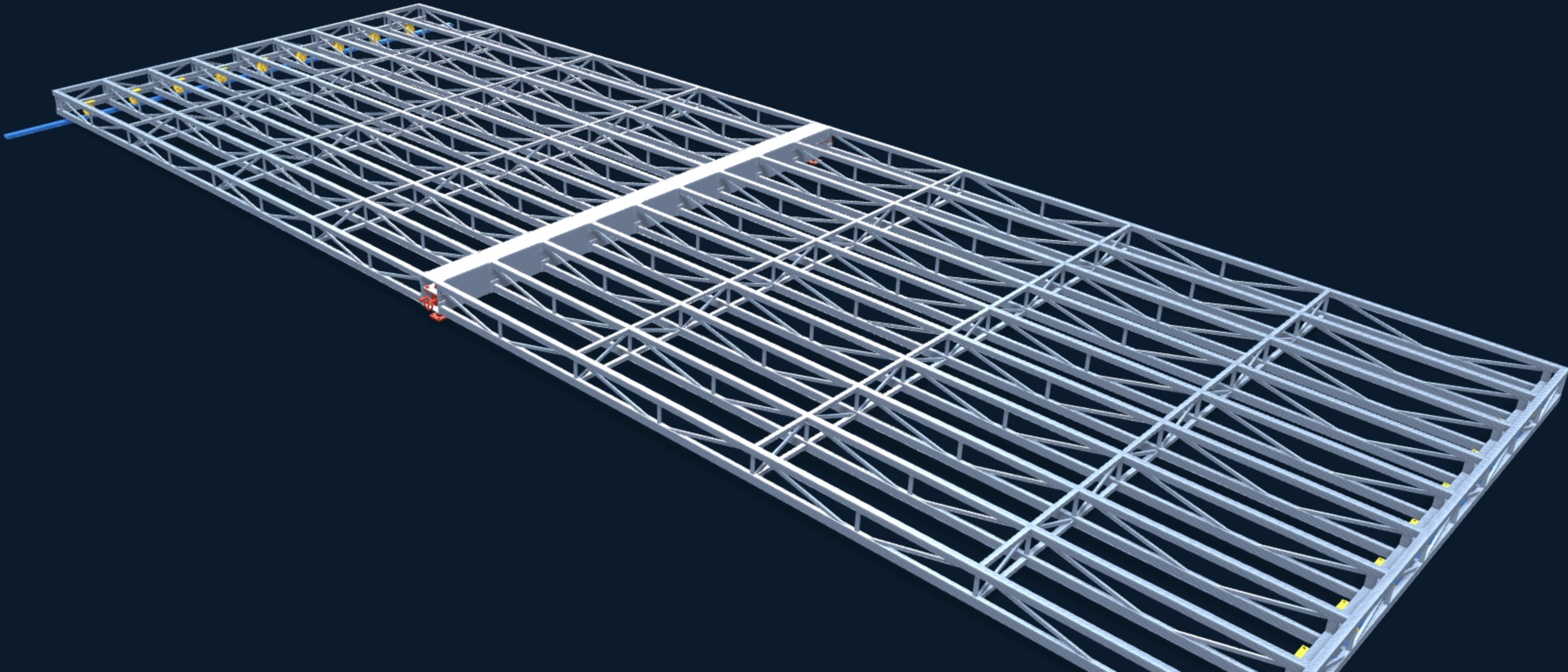


整体 3D 模型（右侧页面可交互旋转）

五大核心特点

从结构、承载、操控、耐久四个维度为私家泳池量身设计		
01 长跨一体 · 泳池无遮挡 15.8m 全跨度一体桁架，无跨中支承柱、无拼接缝。桁高仅 320mm（高跨比 1/49）， 90mm 预拱使滑动时视觉平直，不下垂、不积水。	02 跨中箱梁 + 升降机支顶 滑动时仅自重、轻巧易推；就位后 2 台 15t 升降机顶起，形成 2×7.9m 连续梁， 挠度由 94mm 降至 6mm（L/1312），承载能力提升一倍。	03 箱梁汇集 · 传力清晰 286×320mm 横向传力箱梁与桁架同高，将 9 榀跨中反力 205kN 汇集至两端 2 台升降机；12mm 钢板焊接、内置隔板，σ=115MPa（SF=1.78）。
04 T 型尼龙轮 · 单人可推 18 个 φ150 重型 T 型槽尼龙轮 + 304 防水双轴承：静音、防锈、不伤轨道。单轮静载 530kg，匀速手推力仅 43kgf，一人轻松推动。	05 双轨体系 · 热胀不卡死 固定轨（110mm）精确导向 + 活动轨（124mm）加宽槽口：40℃ 温差下 纵向 10.9mm、横向 4.0mm 热位移全部吸收，全年滑动顺畅。	06 全 304 不锈钢 · 长效防腐 主体结构、轨道、轮架、升降机全部 S30408（σ0.2=205MPa），耐泳池氯离子侵蚀；焊缝酸洗钝化，设计寿命远超镀锌钢。

鼠标 / 手指拖动旋转 · 滚轮/双指缩放
点击右上角图例可单独显示/隐藏各部件



- 桁架主体（含跨中箱梁）
- 导轨 承重轮 升降机

设计依据与材料参数

— 规范依据

序号	依据
1	GB 50017–2017《钢结构设计标准》
2	GB 50009–2012《建筑结构荷载规范》
3	GB 50068–2018《建筑结构可靠性设计统一标准》
4	GB/T 20878–2007《不锈钢和耐热钢牌号》(S30408)
5	V10 建模方案 · 模型实测数据

— 材料参数（S30408 奥氏体不锈钢）

参数	数值	参数	数值
屈服强度 σ0.2	205 MPa	弹性模量 E	193,000 MPa
抗拉强度 fu	520 MPa	线膨胀系数 α	17.3×10 ⁻⁶ /°C
密度 ρ	7,930 kg/m³	轮体 / 轴承	LCP 尼龙 / 304 防水双轴承

— 计算假定（有实据）

- ① **构件截面**：上弦 □60×60×2.5、下弦 □80×40×2.5（A=575mm²）、腹杆 □40×20×3.0（A=324mm²）；
- ② **结构自重**：钢构 3,600kg（弦杆 1,297 + 腹杆 886 + 箱梁 526 + 侧构件 278 + 端部 238 + 附件 375）； 面板体系 40mm 防腐木 + 龙骨 + 0.8mm 不锈钢板 = 5,938kg；盖板总重 **9,537kg**；
- ③ **活载**：按可上人检修取 1.5 kN/m²（本项目实际使用——茶台/沙发/家庭成员约 240kg，远低于设计值）；
- ④ **组合**：承载能力 1.3×恒载 + 1.5×活载（GB 50068–2018）；挠度验算 1.0×恒载 + 1.0×活载。

设计目标与模型结论对照

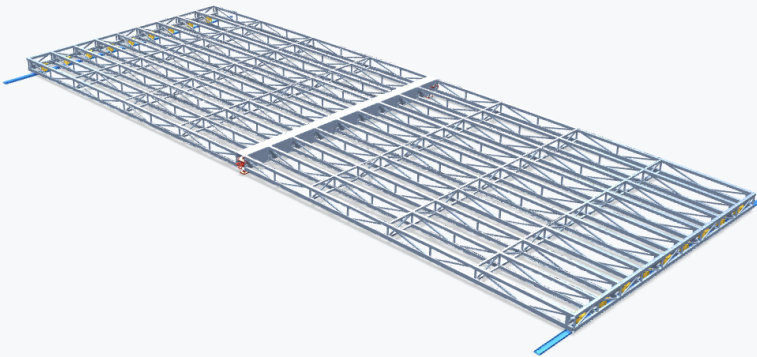
设计目标	模型实测 / 计算结果	判定
15.8m 跨度 · 无跨中支承柱	桁架跨度 15.81m，无支承柱、无拼接缝	✓
桁高 ≤ 400mm	桁架高度 320mm（高跨比 1/49）	✓
滑动时视觉平直	预拱 90mm 补偿自重挠度 94mm，残余 4mm	✓
滑动状态安全（仅自重）	上弦稳定 SF 1.67 · 下弦 1.84 · 斜杆 3.94	✓
就位支顶后承载 1.5 kN/m²	2×7.9m 连续梁 · 构件 SF 1.80~2.10 · 挠度 6.0mm（L/1312）	✓
跨中 2 点支顶成立	箱梁汇集 205kN → 2 台升降机 · σ=115MPa（SF 1.78）	✓
升降机承载富余	每台 10.4t < 15t 额定（SF 1.44）	✓
双侧手动同步顶升	刻度标尺交替摇动 · 同步误差 ±3mm（传动杆为可选方案）	✓
单人可推	匀速手推力 43kgf（成年人持续推力 50~80kgf）	✓
轮组承载富余	单轮静载 530kg / 动载 689kg（按额定 ≥1000kg 选型）	✓
热膨胀不卡死	固定轨导向 + 活动轨加宽 14mm · 横向 4.0mm 全吸收	✓
总重可控	盖板总重 9.54t（钢构 3.60t + 面板 5.94t）	✓

结构体系 · 桁架几何

项目	取值	项目	取值
盖板尺寸	15.81m × 5.8m	桁架	9 榀 · 间距 637mm
节间	16 节间 @ 988mm	桁高	320mm（弦杆中心距）
预拱	90mm（跨中平顶段）	腹杆形式	Pratt 式（斜杆+竖杆）
上弦	□60×60×2.5（A=575mm²）	下弦	□80×40×2.5（A=575mm²）
腹杆	□40×20×3.0（A=324mm²）	材质	S30408 不锈钢

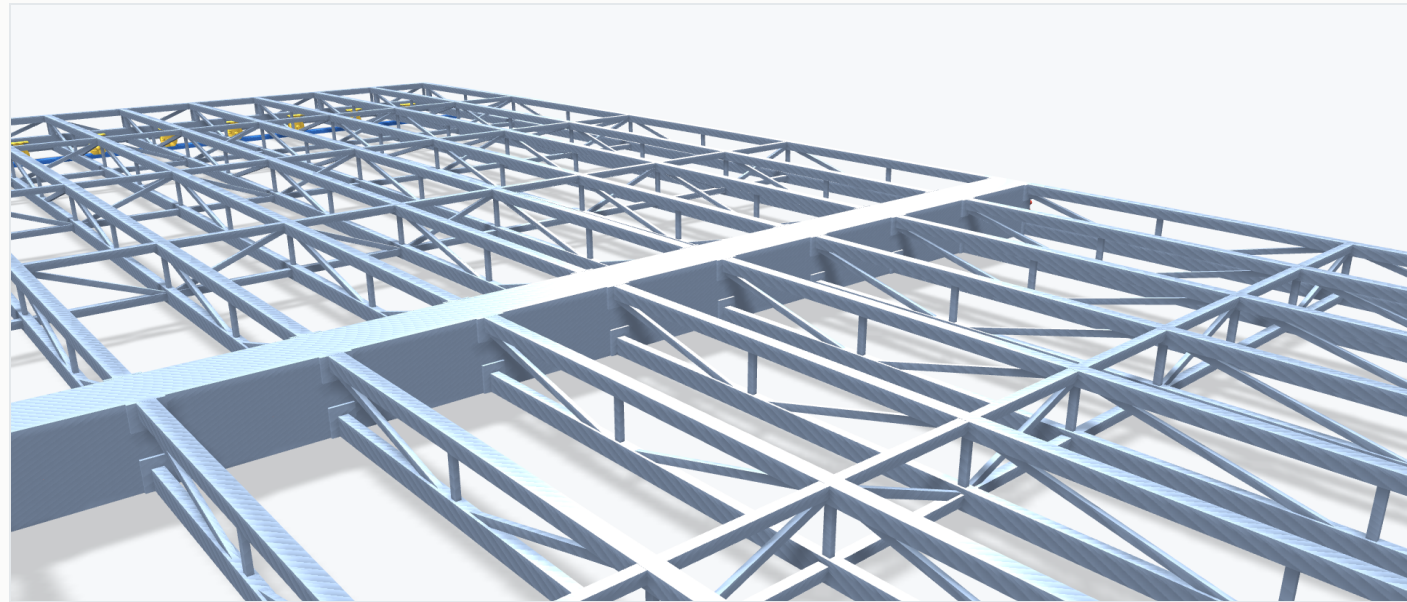
■ 为什么 90mm 预拱？ 滑动状态仅自重下桁架跨中挠度约 94mm，预拱 90mm 使其 基本抵消（残余 4mm，L/3950），盖板在滑动与日常静置时保持视觉平直； 就位支顶后，预拱同时保证支顶状态下弦仍处于受拉、上弦受压的合理受力形态。

■ 为什么 2.5/3.0mm 壁厚？ 泳池盖需兼顾刚度与耐蚀；2.5mm 弦杆按模型实测体积 核算与制造规格一致，3.0mm 腹杆保证斜杆在支顶工况安全系数 ≥1.80。

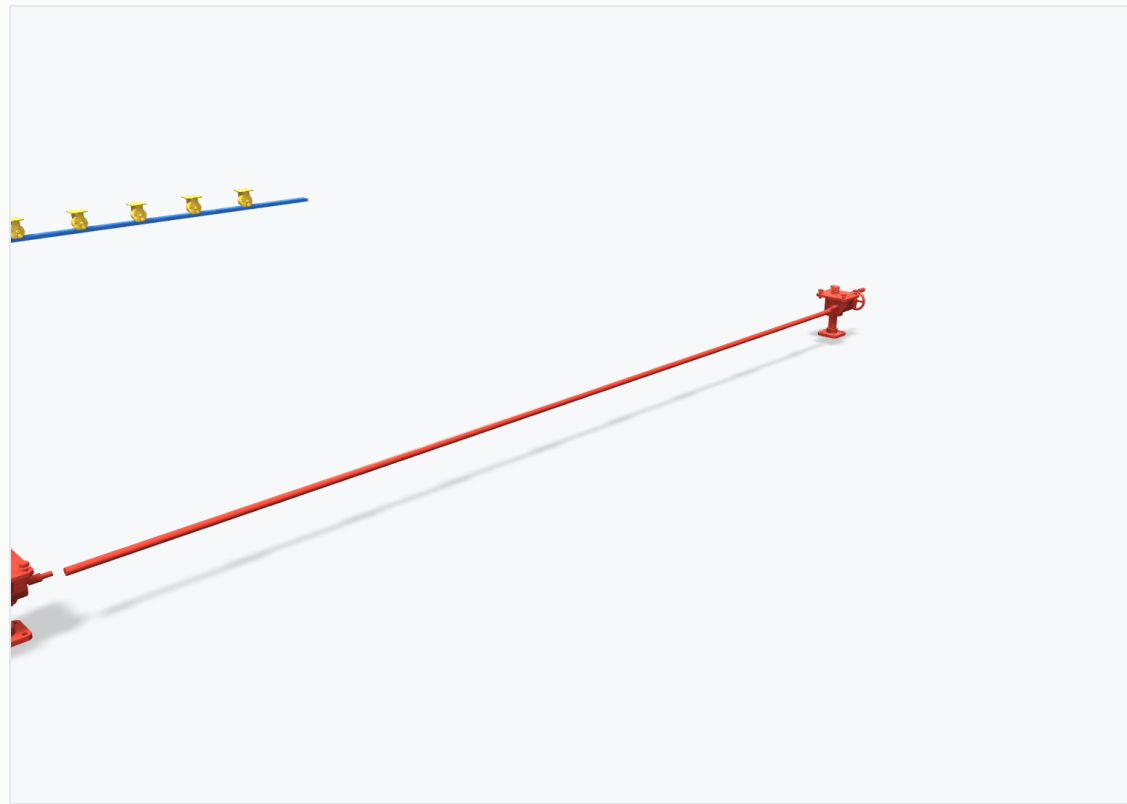


桁架主体 3D 模型（9 榀 · 含跨中箱梁）

跨中传力体系 · 箱梁 + 双升降机



项目	取值	项目	取值
箱梁截面	286×320mm（与桁架同高）	顶/底板	12mm 钢板
箱梁长度	5,800mm（贯通 9 楹）	腹板 / 隔板	8mm · 内置 @637mm
汇集中反力	205 kN	弯曲应力	115MPa（SF 1.78）
升降机	2×15t · 间距 5,555mm	剪应力	20MPa（SF 5.9）
实际支顶反力	每台 10.4t < 15t	箱梁挠度	12mm = L/463



传力 弦杆轴力 → 节点块（203×320×68）→ 箱梁顶面 → 箱梁 → 两端升降机 → 地面，路径清晰、受力均匀

同步 双侧手动同步（主选）：看螺杆旁刻度标尺交替摇动两端手柄，同步误差 ±3mm，无箱梁内传动件、维护简便；32×32mm 同步传动杆为可选方案

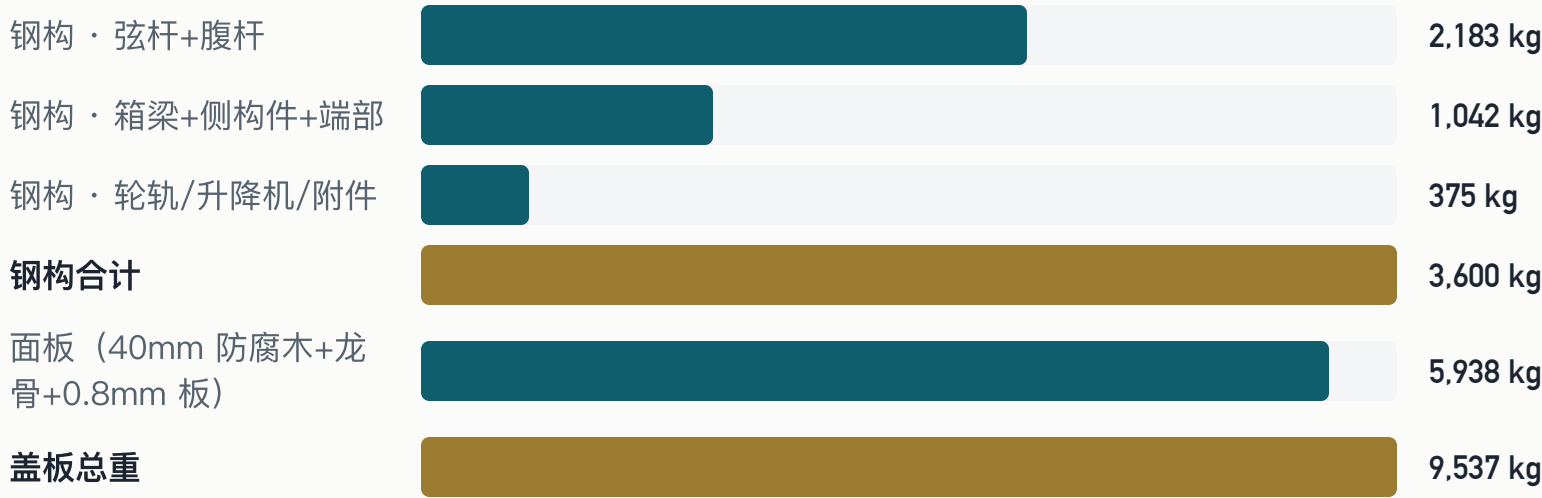
节点 弦杆跨中断开，端部经**不锈钢节点块**与箱梁焊接（hf=4/6mm，等强连接，焊缝酸洗钝化）

检修 箱梁两端设 400×400mm **检修盖板**（M10 螺栓+橡胶垫密封），手摇端自端板伸出，日常维护无需开箱

效果 滑动时轻巧（仅自重），就位支顶后承载能力与刚度**提升一倍**——一盖两用

荷载取值与组合

— 盖板自重分解（总重 9,537kg）



恒载面密度 **0.833 kN/m²**（**84.9 kg/m²**） · 模型实测钢构 3,078kg + 壁厚调整 +520kg

— 荷载与组合

项 目	取 值
恒载 DL	1.021 kN/m²
活载 LL（可上人检修）	1.5 kN/m²
基本组合（承载能力）	1.3×DL + 1.5×LL = 3.577 kN/m²
标准组合（挠度）	DL + LL = 2.521 kN/m²
每榀受荷宽度	0.644 m（9 榀均分 5.8m）
每榀线荷载（设计）	2.305 kN/m
每榀线荷载（仅恒载）	0.658 kN/m

关于活载的说明：1.5 kN/m² 相当于全盖板每平方米站立 2 人（公共集会式极端场景）。本项目实际使用——一张茶台、一张户外沙发及家庭成员约 **240kg**，仅为设计值的约 1/6，安全裕度充裕。

结构计算 ① · 滑动状态

15.8m 单跨简支 · 仅自重（千斤顶缩回）

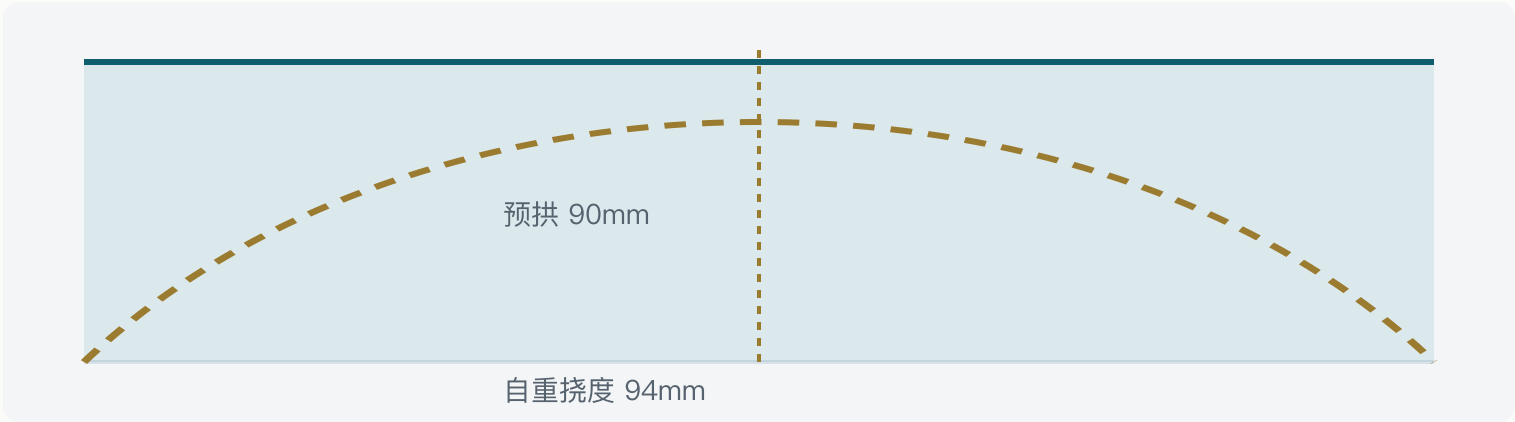
— 内力与验算

$M = wL^2/8 = 0.658 \times 15.8^2/8 = 20.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$			
弦杆轴力 $N = M/H = 20.5/0.32 = 64.2 \text{ kN}$			
构件	承载力	设计力	SF
上弦（受压，稳定 $\lambda=42$ ）	$N_b = 107 \text{ kN}$	64.2 kN	1.67
下弦（受拉）	$N_t = 118 \text{ kN}$	64.2 kN	1.84
斜腹杆（受拉）	$N_t = 66 \text{ kN}$	16.9 kN	3.94

上弦压应力 $\sigma = 112 \text{ MPa}$ ，为屈服强度 205MPa 的 55%——滑动过程安全富余。

— 挠度与预拱

$\delta = 5wL^4/(384EI) = 94 \text{ mm}$



预拱 90mm 补偿自重挠度 94mm → 残余 4mm（L/3950），滑动时盖板视觉平直，不下垂、不积水。即使承载日常轻载（240kg），净挠度约 15mm，视觉影响可忽略。

结构计算 ② · 就位支顶状态

2×7.9m 连续梁 · 设计荷载 1.5 kN/m²（升降机顶起约 20mm）

内力与验算

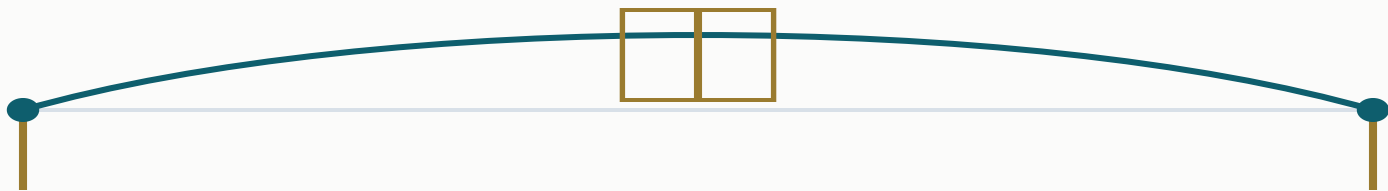
$M = 0.125wL^2 = 0.125 \times 2.305 \times 7.9^2 = 18.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$N = 18.0/0.32 = 56.2 \text{ kN} \cdot Fd = 11.4/0.308 = 36.9 \text{ kN}$

构件	承载力	设计力	SF
上弦（受压，稳定）	Nb = 107 kN	56.2 kN	1.91
下弦（受拉）	Nt = 118 kN	56.2 kN	2.10
斜腹杆（受拉）	Nt = 66 kN	36.9 kN	1.80
竖腹杆（受压）	Nt = 66 kN	2.3 kN	29

挠度（正常使用）

$\delta = wL^4/(185EI) = 6.0 \text{ mm} = L/1312$



挠度限值 $L/500 = 15.8\text{mm}$ ，实测 **6.0mm**，仅占限值 38%。对比未支顶时自重挠度 94mm——支顶使刚度提升约 15 倍，满载使用（每平方米 2 人）时盖板依旧平稳如初。

滑动时无人上盖（规程要求）；就位 → 顶升 → 使用， 三步即可享受休闲平台。

结构计算 ③ · 轻载 / 箱梁 / 千斤顶

— 未支顶 · 日常轻载

私家花园实际使用：茶台 + 户外沙发 + 家庭成员约 **240kg**， 经面板横向分配至 3 榀桁架，每榀跨中集中力约 0.78kN。

SF = 1.45

即使**不支顶**，日常轻载亦可安全使用 （上弦稳定验算）；总挠度约 105mm，预拱后净 15mm，视觉可接受。

使用规程仍建议：**就位后先支顶、滑动时盖板无人**——支顶后 SF ≥ 1.91。

— 跨中箱梁验算

R = 1.25×2.305×7.9×9 = 205 kN

项目	数值	判定
弯曲应力 σ	115 MPa	SF 1.78
剪应力 τ	20.0 MPa	SF 5.9
挠度	12.0 mm = L/463	L/250 限值内

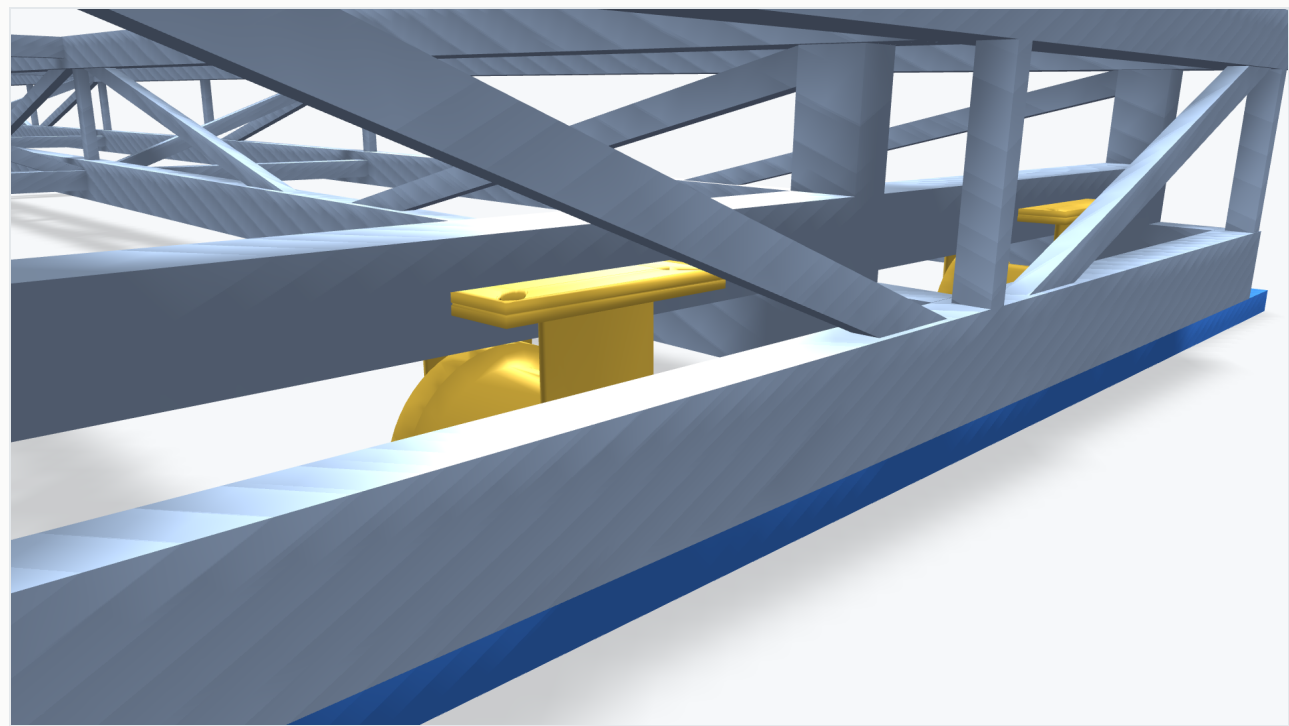
286×320mm 箱梁与桁架同高、12mm 钢板+内置隔板， 将 9 榀跨中反力均匀汇集至两端升降机——**2 点支顶方案成立的关键构件**。

— 螺旋升降机验算

项目	数值	判定
每台支顶反力	10.4 t	SF 1.44
额定承载	15 t × 2 台	—
同步方式	双侧手动 · ±3mm（传动杆可选）	✓
顶升量	约 20 mm	形成连续梁

螺杆 58×58mm 方杆 · 304 不锈钢 · 手摇端自箱梁端板伸出， 维护无需开箱；就位后顶起约 20mm 即完成**单跨 → 连续梁**的转换。

承重轮与手推力



530 kg

单轮静载（总重 9,537kg ÷ 18 轮）

φ150

T 型槽尼龙轮 · 每端 9 个 · 轮距 637.8mm

689 kg

滑动动载（1.3 倍冲击系数）

1.9

静载安全系数（按重型额定 ≥1,000kg）

尼龙轮（本方案）

- **静音**——尼龙对不锈钢滚动无声，雨后无异响
- **防锈**——轮体永不生锈，不向轨道传锈
- **不伤轨**——低硬度接触，轨道表面零磨损
- **耐侵蚀**——耐氯水飞溅与泳池药剂
- 304 防水双密封轴承 · 户外免维护

钢制轮（传统方案）

- 滚动摩擦噪声明显，雨后锈蚀异响
- 轮体锈蚀，且锈迹传导至轨道
- 钢-钢接触磨损轨道表面
- 需定期润滑维护
- 轴承进水损坏风险高

匀速手推力

43 kgf

$F = G \times (\mu \cdot r_{\text{轴}} + c) / r_{\text{轮}} = 9,537 \times (0.003 \times 12 + 0.3) / 75$

启动瞬时约 64kgf——成年人持续推力 50~80kgf，**单人轻松推动。**

导轨设计与热膨胀

— 双轨体系

轨道	规格	作用
固定轨	110×34mm T 型槽轨	精确导向，保证盖板直线滑动
活动轨	124×34mm T 型槽轨（槽口加宽 14mm）	吸收横向热位移，防卡死

— 热膨胀验算（S30408 · α=17.3×10⁻⁶/°C · ΔT=40°C）

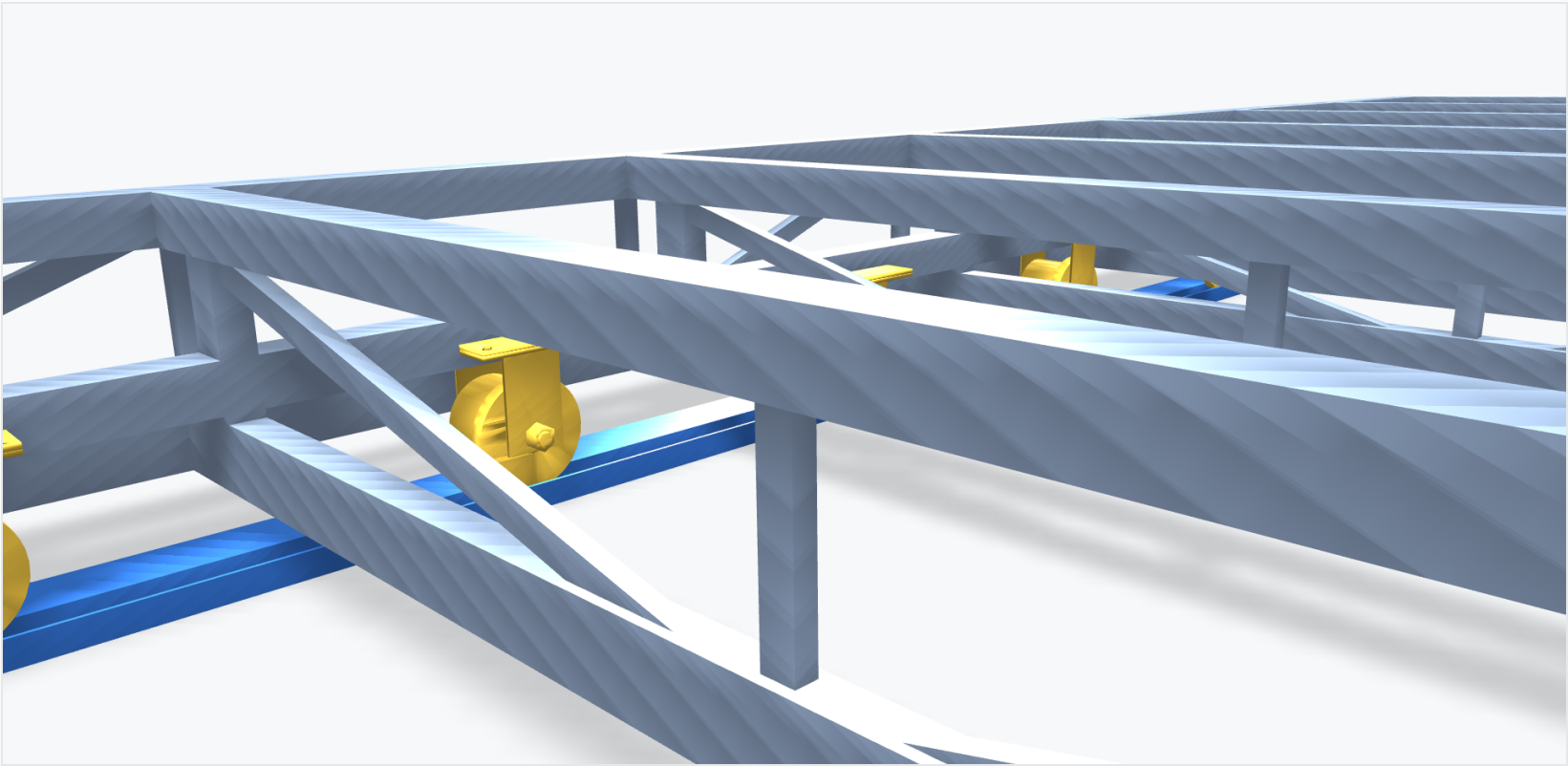
10.9 mm

纵向伸缩（15.8m）· ±5.5mm · 由轮组在轨道上自由滚动消化

4.0 mm

横向伸缩（5.8m）· 由活动轨加宽槽口（14mm 余量）吸收

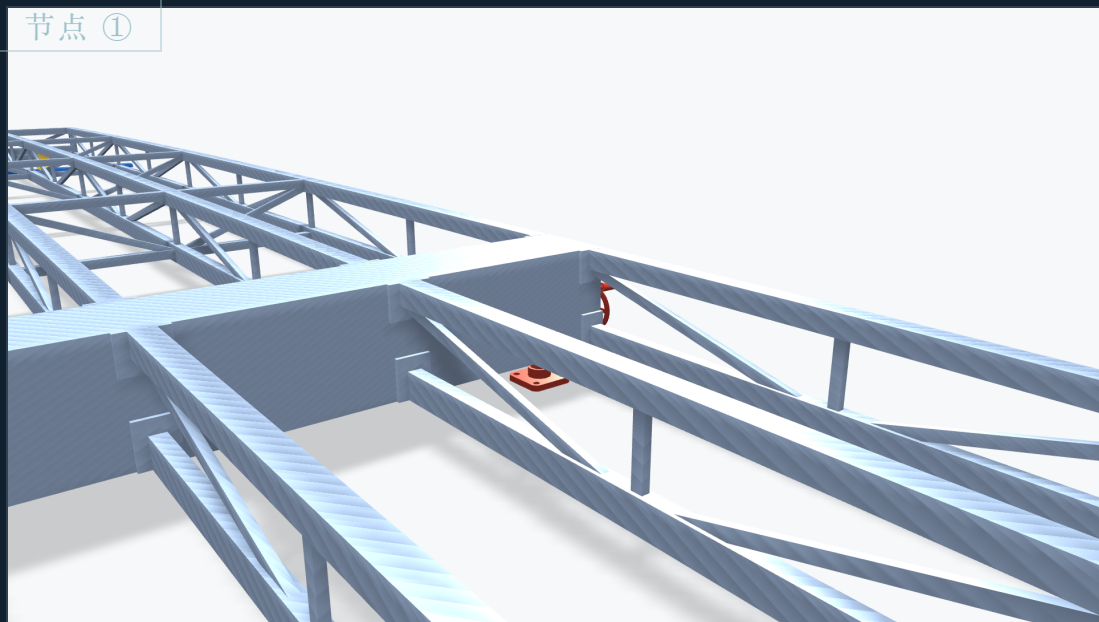
一侧导向、一侧自由：固定轨提供精确直线导向，活动轨允许横向微量位移—— 避免双轨同时约束导致轮组横向卡死。轨道分段铺设并设伸缩缝，**全年四季滑动顺畅。**



固定轨 + 尼龙 T 型槽轮配合特写（活动轨侧同理，槽口更宽）

关键节点 · 放大演示

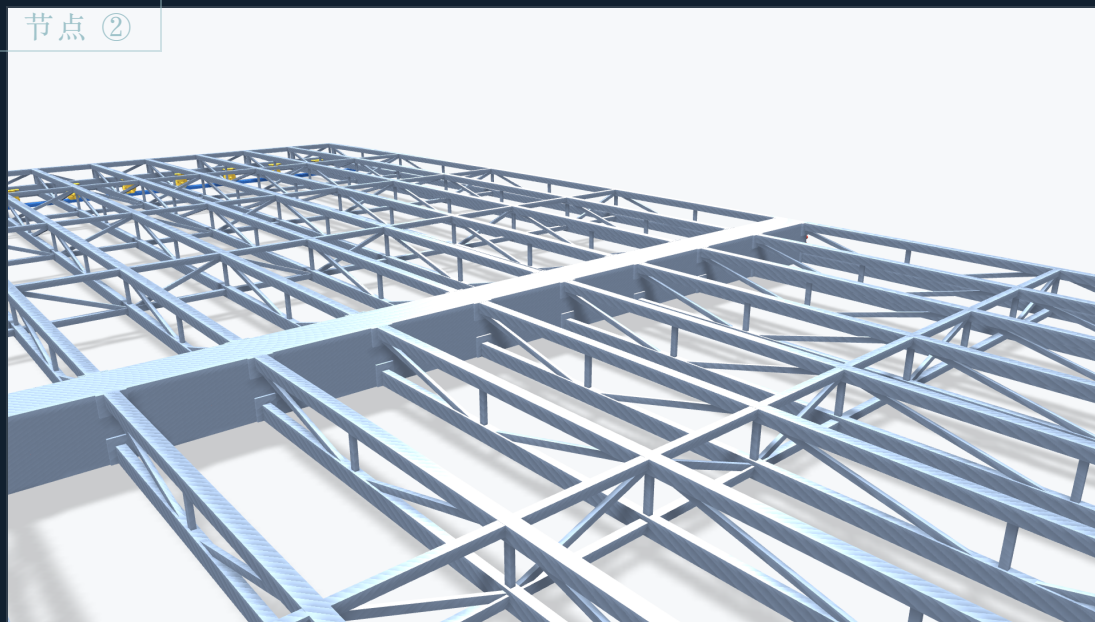
节点 ①



箱梁端部 · 升降机节点

- ▶ 升降机内嵌箱梁两端（间距 5,555mm）
- ▶ 螺杆 58×58mm · 穿出底板 $\phi 90$ 孔 + 补强环板
- ▶ 手摇端自端板伸出，**维护免开箱**
- ▶ 顶部 M20 法兰螺栓 ×8 固定 · 304 材质

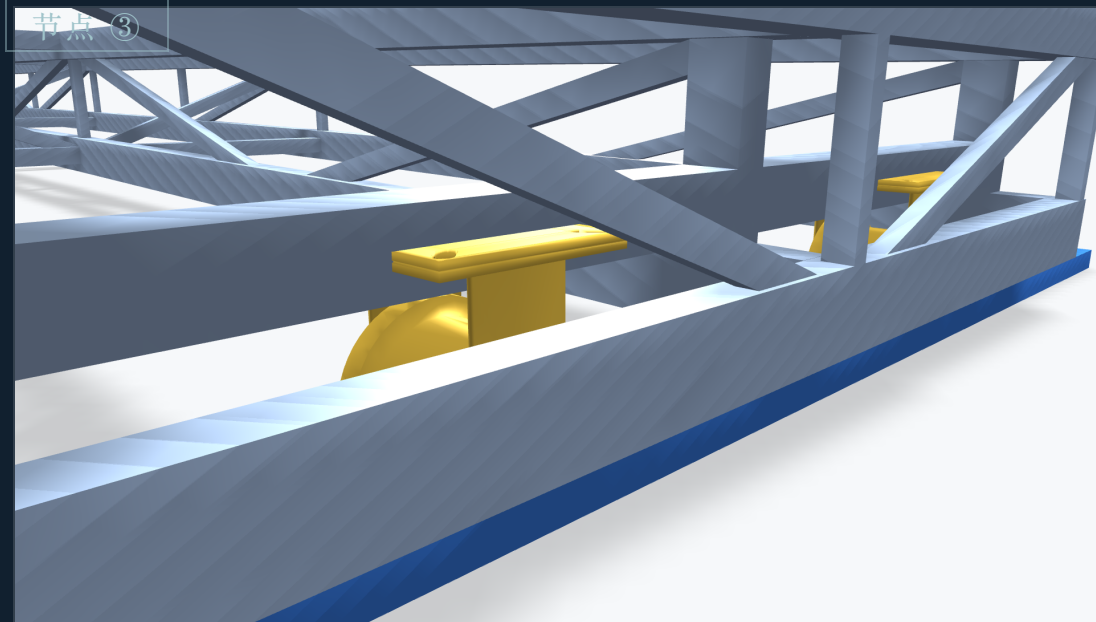
节点 ②



弦杆-箱梁连接节点

- ▶ 弦杆跨中断开 → 节点块 203×320×68 → 箱梁顶面
- ▶ 角焊缝 hf=4mm（等强）+ hf=6mm 双侧焊接
- ▶ 传力：弦杆轴力 → 节点块 → 箱梁 → 升降机
- ▶ 焊缝酸洗钝化 · 隔板 @637mm 与樞位对应

节点 ③



承重轮-导轨节点

- ▶ $\phi 150$ T 型槽尼龙轮骑入 T 型槽轨
- ▶ 304 防水双轴承 · 轴径 24mm
- ▶ 单轮静载 530kg · 动载 689kg
- ▶ 固定轨 110mm 导向 / 活动轨 124mm 补偿热胀

新旧方案对比

对比项	旧方案（早期 · 无跨中支顶）	V10 最终方案（箱梁 + 双升降机支顶）
结构体系	15.8m 单跨简支承载 · 无跨中支撑	2×7.9m 连续梁 · 跨中 2 点支顶 · 无跨中支柱
桁高 / 预拱	250mm · 无预拱（90×90×5 过渡方案 400mm 高）	320mm + 90mm 预拱——自重挠度 94mm 被补偿，视觉平直
设计满载承载	弦杆应力超屈服（≈320MPa > 205MPa）、挠度超限 → 仅能轻载使用	SF ≥ 1.80 · 挠度 6.0mm（L/1312）——1.5 kN/m² 满载安全
日常使用（240kg）	未支顶 · 需谨慎限制位置与人数	未支顶 SF 1.45 可用 · 支顶后任意使用（茶台/沙发/聚会）
跨中传力	无横向传力构件（仅 32mm 细连杆）	286×320mm 箱梁汇集 205kN → 2×15t 升降机 · σ=115MPa（SF 1.78）
钢构重量	约 3,708kg（早期）· 90×90×5 过渡方案大幅增重	3,600kg——以 320mm 桁高实现全工况安全，重量最优
滑动操控	轮组与轨道系统未定型	18 轮 + 双轨 · 手推力 43kgf 单人可推 · 热胀不卡死
使用方式	仅作"覆盖保温"用途	一盖两用：滑动保温 + 就位后休闲平台

注：旧方案"设计满载"为 15.8m 单跨简支 + 1.5 kN/m² 的极限校核工况；本方案通过支顶将其转化为 2×7.9m 连续梁满足。

使用与施工要点

— 施工要点（6 步）

1	焊接胎架 跨中垫高 90mm （折线预拱）→ 完成桁架焊接，保证预拱度
2	箱梁 U 形槽焊接 → 内部升降机安装 → 顶板封焊（预留检修盖板）
3	弦杆跨中断开处经 节点块 与箱梁满焊（hf=4/6mm）· 焊缝酸洗钝化
4	轮组安装： 18 轮按 637.8mm 轮距 定位
5	轨道铺设调平： 轨面标高一致（±1mm）· 直线度 L/1000
6	面板安装：30~40mm 防腐木 + 龙骨 + 0.8mm 304 防水板

— 使用规程

工 况	要 求
滑动	千斤顶完全缩回 · 盖板无人、移开重物 · 侧面推拉（约 43kgf）
就位	看刻度标尺交替摇动两端手柄（每台 +5mm 轮换）· 同步 ±3mm · 锁紧防转
使用	支顶后作为休闲平台（茶台/沙发/≤4 人安全）· 未支顶轻载可用
收起	反向交替下降 → 盖板恢复滑动
维护	升降机经检修盖板维护 · 轮轴承免维护 · 轨道面定期清洁

维护便利性设计：手摇端自箱梁端板伸出，日常维护（润滑、刻度检查） 无需开箱；深度检修才开启 400x400mm 检修盖板（M10 螺栓 + 橡胶垫密封）。

综合结论

- 1

结构体系完整：15.8m 长跨 · 320mm 桁高 · 90mm 预拱 · 跨中箱梁 + 双升降机 · 18 轮双轨，全部按模型实测数据核算
- 2

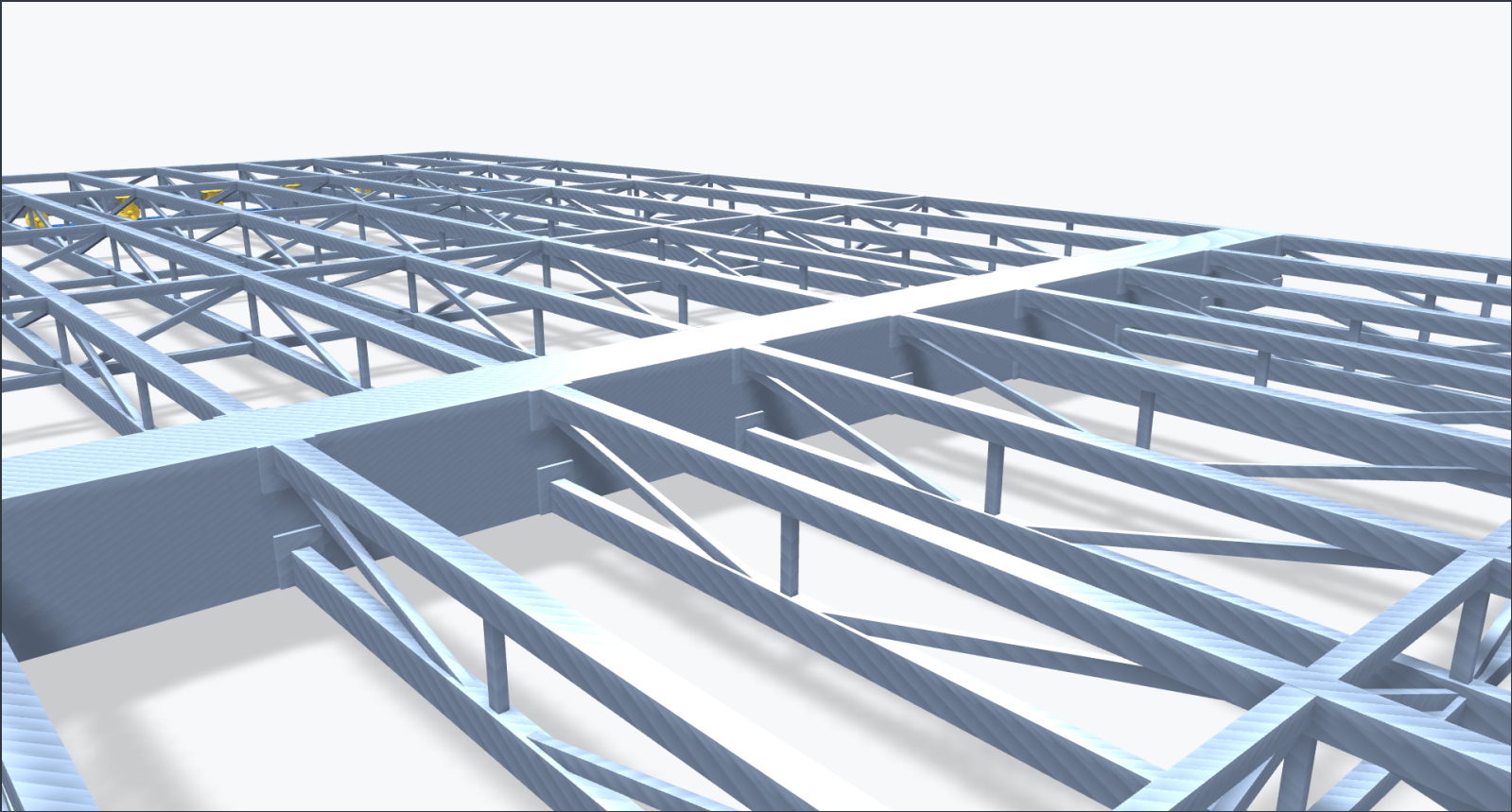
滑动状态安全：仅自重 · $SF \geq 1.67$ · 挠度被预拱补偿 · 单人可推（43kgf）
- 3

支顶状态满载安全：2×7.9m 连续梁 · SF 1.80~2.10 · 挠度 6.0mm（L/1312）
- 4

未支顶轻载亦可安全使用： SF 1.45（茶台/沙发/家庭成员）
- 5

全 304 不锈钢 · 尼龙静音轮 · 双轨防热胀——耐腐蚀、低维护、四季顺畅

✔ 该建模方案满足正常使用要求，可进入施工图与制造阶段



跨中箱梁与升降机系统 · 完整 3D 模型见第 05 页可交互查看

广州沃腾水务设备有限公司

Guangzhou Aqua & Fountain Equipments Co., Ltd

地址：广州市黄埔开发区科学城 开创大道 1928 号 4# 楼 922 ~ 923

电话：020 8230 5780

传真：020 8230 5780

E-mail：158204126@QQ.com

感谢审阅，期待进一步沟通！