SWING × SL

خطوط QFT لإنتاج البلوك والإنترلوك

تشكيل أوتوماتيكي بتقنية السيرفو

خط إنتاج اقتصادي للبلوك والإنترلوك، يجمع سهولة التشغيل واعتمادية المعدات والدمك عالي الكثافة بالسيرفو. يتكون من ثلاث وحدات مستقلة، بهدف تحسين العائد على الاستثمار (ROI) وكفاءة الإنفاق الرأسمالي.

تخطيط توضيحي لخط الإنتاج ووحداته

الفئات المستهدفة: مصنعو المنتجات الخرسانية حول العالم، ومقاولو الهندسة والتوريد والإنشاء (EPC) لمشروعات البنية التحتية، والموزعون الدوليون المعتمدون.

الملف الفني والهندسي القياسي. إعداد مركز الدعم الفني العالمي ومعهد أبحاث المعدات الصناعية الثقيلة، شركة تشوانتشو سانليان لتصنيع الماكينات المحدودة (SL-Machinery). مجمع التصنيع: قاعدة بينجيانغ الصناعية للمعدات الميكانيكية، بلدة شيامي، نانآن، تشوانتشو، مقاطعة فوجيان، الصين.

موقع SL Machinery

موقع SL Moulds

تصميم QFT وتكوين خط الإنتاج

لماذا صُممت سلسلة QFT

تعتمد الخرسانة شبه الجافة على نسبة ماء منخفضة إلى الأسمنت وهبوط صفري. في هذا المجال، تتطلب الخطوط الأوروبية عادةً إنفاقًا رأسماليًا مرتفعًا (CAPEX)، وتحكمًا إلكترونيًا معقدًا ومهندسي صيانة متقدمين. وفي المقابل، قد تتراجع كفاءة الاهتزاز سريعًا في المعدات التقليدية منخفضة الفئة، مع تشقق الهياكل وكثرة التوقف. طورت SL سلسلة QFT استنادًا إلى خبرة تتجاوز ثلاثة عقود في تصنيع المعدات الثقيلة.

دمك كثيف: يحل محركا سيرفو بإدارة مباشرة لمحورين محل البكرات اللامركزية التقليدية. يولّدان قوة رأسية عالية تزيد انسيابية الخلطة الجافة المتماسكة، وتطرد الهواء وتسرّع الدمك.

تشغيل وصيانة أبسط: تقليل الآليات الدقيقة الزائدة، مع واجهة HMI واضحة تتيح للمشغلين المحليين إدارة الإنتاج اليومي بعد تدريب أساسي قصير.

ثلاث وحدات مستقلة: الوزن والخلط، والتشكيل بالسيرفو، ثم التجميع والرص والتغليف خارج خط التشكيل. يفصل التخطيط مكانيًا وتشغيليًا بين منطقة التشكيل الرطبة ومنطقة التغليف الجافة، حتى لا توقف أعطال المراحل اللاحقة الماكينة الرئيسية.

عائد استثماري مرتفع: كثافة ودقة أبعاد بمستوى المعدات الأوروبية ضمن ميزانية مناسبة، مع تقدير استرداد إجمالي الاستثمار خلال 6 إلى 8 أشهر تشغيل.

الوحدة	التكوين القياسي
1 | الوزن والخلط	ماكينة وزن ركام متعددة الخزانات PL؛ خلاط JS ثنائي المحور مع خيار CMP الكوكبي؛ تفكيك هوائي للتكتلات والقناطر داخل الخزانات.
2 | التشكيل بالسيرفو	هيكل فولاذي ثقيل معالج لإزالة الإجهادات؛ اهتزاز سيرفو ثنائي المحور بتسارع 14-16G؛ هيدروليك تناسبي؛ قوالب 20CrMnTi بصلادة 60-63 HRC.
3 | الرص والتغليف المستقل	فصل المنطقتين الرطبة والجافة؛ خيار A جسري مرتفع MDJ أو خيار B مدمج منخفض؛ قلب آلي لباليتات الإنتاج 180°؛ تغليف دون باليتات شحن لتقليل الموارد والمخلفات.

وزن الركام وتغذية الخامات

تبدأ جودة مقاومة الخرسانة شبه الجافة من الوزن والخلط. صُممت هذه الوحدة لتأمين تدفق الخامات، ودقة الجرعات، وسهولة التشغيل، وتوافر قطع الغيار العامة.

ماكينة وزن الركام من سلسلة PL

وزن على مرحلتين: بوابات قطع شعاعية تعمل بالهواء المضغوط. يفتحها PLC بالكامل للتغذية السريعة، ثم يتحول قرب الوزن المطلوب إلى نبضات دقيقة بالمللي ثانية. دقة الوزن ≤±1.0%، مع تقليل أخطاء الخامات التي تستمر في السقوط بعد غلق البوابة.

تدفق مستمر للخامات: مدافع هواء ورجاجات صناعية عالية التردد على الجدران المائلة للخزانات. تعمل تلقائيًا عندما تكشف حساسات تدفق التفريغ قناطر الخامات، لتسهيل مرور الرمال المصنعة وغبار الحجر الرطب ومخلفات الخامات الناعمة.

تعليق الوزن في ثلاث نقاط: القادوس المركزي معلّق على ثلاث خلايا وزن صناعية دقيقة من نوع عارضة القص. يوازن ذلك الحمل ويحافظ على قراءة الحساسات أثناء التفريغ السريع على السيور.

خزان وقادوس تغذية الركام

محطة وزن الركام متعددة الخزانات

الخلط والتشحيم والصيانة

خلاط JS ثنائي المحور التجهيز القياسي

محوران أفقيان متزامنان يدوران في اتجاهين متعاكسين، مع أذرع وريش سبائكية حلزونية ومتبادلة. تدفع الخامات إلى الداخل وعلى امتداد المحور، لتنتج تدفقات خلط ثلاثية الأبعاد عالية القص، وتحقق تجانس الخلطة ذات الهبوط الصفري خلال 45 إلى 60 ثانية.

يستوعب ركامًا متوسطًا وخشنًا وزلطًا مكسرًا بمقاس 20-40 mm. الريش والبطانات الشعاعية من فولاذ سبائكي مصبوب عالي الكروم ومقاوم للتآكل، بصلادة ≥60 HRC. الحوض المفتوح من أعلى يسهّل الفحص البصري وضبط الريش والصيانة.

خلاط CMP الكوكبي خيار لخلطة الوجه

لإنتاج إنترلوك ملون عالي الجودة، يمكن تجهيز محطة خلطة الوجه الناعمة بخلاط كوكبي رأسي المحور CMP. تجمع الريش بين الدوران حول محاورها والدوران المداري دون مناطق ميتة، ويعمل قاطع بسرعة 1400 rpm لتفكيك تكتلات الصبغة ومنع تفاوت لون السطح.

التشحيم والصيانة

تضخ مضخة شحم آلية متعددة المخارج مادة التشحيم إلى موانع التسرب في نهايات المحاور لحماية المحامل، دون تشحيم يدوي روتيني. تعمل بوابات التفريغ بأسطوانات هوائية أو هيدروليكية. وتشمل محطة التحكم غسيلًا بضغطة واحدة وتشغيلًا متقطعًا لأعمال الصيانة.

خلاط قسري من سلسلة JS | حجرة الخلط والريش الداخلية

ماكينة التشكيل بالسيرفو

تجمع الماكينة الرئيسية بين هيكل إنشائي محسن، واهتزاز سيرفو بإدارة مباشرة، ووحدة قدرة هيدروليكية تناسبية.

اهتزاز سيرفو ثنائي المحور

تسارع 14-16G: محركا سيرفو عاليًا الديناميكية متصلان مباشرة بمحوري الرجاج، ويصلان إلى 4200-4500 rpm خلال 0.05 ثانية. قوة الإثارة الرأسية قابلة للضبط بين 100-140 kN، لزيادة انسيابية الخلطات الجافة المتماسكة ودمك الركام وطرد الهواء من المسام الدقيقة خلال مللي ثوانٍ.

توقف خلال 50 مللي ثانية: كبح كهربائي ديناميكي بتيار عكسي بعد الدمك النهائي. يوقف الاهتزاز دون رنين التباطؤ الحر للحدافات الميكانيكية، لمنع الشروخ الدقيقة عند فك القالب وحماية جدران البلوك المفرغ وحواف الإنترلوك.

طاقة وزمن أقل: يسحب النظام القدرة الكاملة أثناء الاهتزاز الفعلي فقط؛ فيخفض كهرباء الماكينة بأكثر من 30% ويختصر 2 إلى 3 ثوانٍ من دورة الإنتاج.

النظام	تسلسل التشغيل
الإدارة اللامركزية التقليدية	تسارع بطيء ← تشققات دقيقة عند التردد المنخفض ← دمك ← تباطؤ حر غير متحكم فيه ← تلف الحواف عند فك القالب.
سيرفو QFT ثنائي المحور	تسارع خلال 0.05s ← تسييل الخلطة عند 14-16G ← توقف كهربائي خلال 0.05s ← انعدام الاهتزاز المتبقي.

هيكل فولاذي ملحوم ومعالج حراريًا

لا يعتمد الهيكل على مكونات مصبوبة. فقد تحتوي هياكل الحديد الزهر والفولاذ المصبوب على انكماش داخلي وفجوات غازية ومسامية دقيقة تزيد خطر التشقق تحت الاهتزاز العالي والأحمال الثقيلة.

تُصنع هياكل QFT من ألواح فولاذ إنشائي سميكة الجدران، منخفضة السبائك وعالية المقاومة. تُجهز الحواف باستخدام CNC، ثم تُلحم روبوتيًا بتمريرات متعددة وكامل الاختراق. يخضع الهيكل الموحد لتلدين منضبط عند 650°C لإزالة إجهادات اللحام، ورفع الصلابة الالتوائية ومقاومة الكلال مقارنة بالهياكل المصبوبة التقليدية.

يتحرك رأس الكبس وإطار القالب على أربعة أعمدة توجيه مصمتة من فولاذ سبائكي مطروق، قطرها Φ80-90 mm. تُقسى بالحث، وتُجلخ بدقة وتُطلى بالكروم الصلد، وتعمل داخل جلب برونزية ذاتية التشحيم ومقاومة للتآكل للحفاظ على الدقة الرأسية.

مجموعة محرك الاهتزاز | ماكينة تصنيع البلوك

القوالب والهيدروليك والتحكم

قوالب دقيقة طويلة العمر

فولاذ سبائكي 20CrMnTi مشغّل باستخدام CNC. الخلوص بين حذاء الكبس وتجويف القالب 0.5-0.7 mm لمنع الزوائد والرايش وتسرب عجينة الأسمنت.

كربنة متعددة المراحل في الفراغ، تتبعها نترتة أيونية نبضية عند 930°C. عمق الطبقة الفعال 1.2-1.6 mm، والصلادة السطحية 60-63 HRC، مع قلب مقاوم للصدمات بقيمة شاربي >35 J/cm².

ثبات أبعاد خلال 100,000 إلى 120,000 دورة تشكيل مع الرمال السيليسية الكاشطة وناعم الجرانيت ومخلفات الخبث المعدني؛ أي ثلاثة أمثال عمر القوالب التقليدية من الفولاذ متوسط الكربون.

الهيدروليك والتبريد

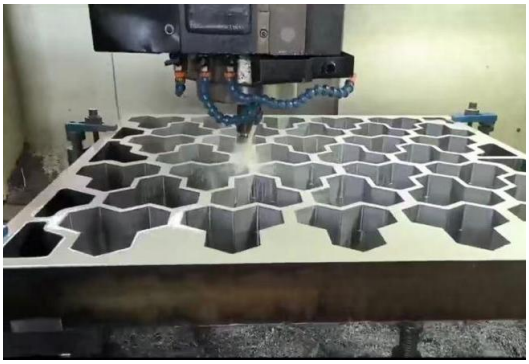
محطة صمامات تناسبية بإزاحة متغيرة وضغط تشغيل 16 MPa. انتقال سلس للصمامات دون قمم ضغط في المواسير، لحماية الأسطوانات والخطوط وقضبان الربط الإنشائية.

مبرد هوائي صناعي كبير من صفائح وزعانف ألومنيوم، دون مياه أو أبراج تبريد أو آبار عميقة أو إزالة تكلس كيميائية. يحافظ على زيت الهيدروليك عند 38°C-48°C حتى مع حرارة محيطة تصل إلى 50°C.

التحكم والتشخيص

PLC صناعي من Siemens وشاشة لمس ملونة 10 بوصات، لعرض عمليات الخط رسوميًا، وتشخيص الأعطال لحظيًا وتخزين وصفات الخلط وتغييرها بسهولة. تراقب HMI حساسات الموقع ومدخلات النظام باستمرار. عند نقص الخامات أو عدم تحقق شروط التعشيق لمواضع الحركة، تظهر رسائل تشخيص متدرجة خطوة بخطوة، بما يتيح تعلم التشغيل المعتاد خلال وردية واحدة.

لوحة تشغيل وتحكم الخط



تشغيل تجاويف القالب باستخدام CNC | فحص صلادة أجزاء القالب

المناولة والرص خارج خط التشكيل

تخرج المنتجات حديثة التشكيل على باليتات الإنتاج، ثم تنقلها الرافعة الشوكية إلى ساحات المعالجة في الظروف المحيطة. بعد المعالجة، تدخل رصات البلوك إلى محطة مستقلة لفك الرص وفصل المنتجات وتنظيف الباليتات وإعادة الرص المتعاشق بزاوية 90° ثم التغليف.

يمكن اختيار نظام جسري مرتفع أو نظام مدمج منخفض للمسك والرص، وفق مساحة المصنع وارتفاع المبنى وأهداف الاستثمار.

المرحلة	تسلسل العمل
الإدخال وفصل المنتجات	رصات بلوك معالجة ← ناقل جنزيري بتقدم متقطع ← فصل ميكانيكي/كهرومغناطيسي ← قلب الباليتة 180° وتنظيفها.
التجميع الأولي	طاولة تجميع بمحوري سيرفو، بنمط تعشيق 90°.
الاختيار A	نظام MDJ جسري ثقيل الخدمة، دوران 360°، مسك من 4 جهات، ورص حتى 1400 mm.
الاختيار B	رص منخفض بتخطيط أرضي مدمج، مناسب للأسقف المنخفضة، اقتصادي ومتين.
التغليف النهائي	محطة دون باليتات شحن بفتحات شوكة مدمجة ← ربط رأسي بشرائط PET ← لف الاسترتش ← التخزين النهائي.

استمرار الإنتاج ومرونة التخطيط

إعادة تمرير شريط الربط أو تغيير لفافة الاسترتش أو الصيانة الدورية في منطقة التغليف لا توقف ماكينة التشكيل. استمرار عمل الماكينة بكامل قدرتها يرفع الفاعلية الإجمالية للمعدات OEE بنسبة 10% إلى 15%.

يمكن وضع وحدة الرص قرب ساحة تخزين المنتج النهائي، لتقصير مسارات الرافعات الشوكية وتقليل ازدحام الحركة داخل المصنع.

فصل المنتجات وتجهيز الباليتات والتجميع

فصل المنتجات وتجهيز الباليتات للعودة

ماسكات مقصية ميكانيكية للباليتات المركبة والبامبو، أو روافع مغناطيسية للباليتات الفولاذية، لفصل البلوك المعالج رأسيًا دون خدش السطح أو تكسير الحواف.

قلب هيدروليكي آلي بزاوية 180° في كل دورة على مسار العودة. تبادل وجهي التحميل يوازن إجهادات الانحناء ويلغي تراكم التشوه اللدن، لمنع التقوس الدائم للداخل أو الخارج مع الاستعمال الطويل.

فرش نايلون مدعمة بالأسلاك ومتعاكسة الدوران تزيل قشور الخرسانة، ثم ترش حجرة مغلقة بفوهات فوق صوتية طبقة دقيقة جدًا من زيت الفصل، قبل رص الباليتات لإعادة الاستخدام.

تجميع دقيق على محورين

تحرك محركات سيرفو مستقلة صفوف البلوك على المحورين طبقًا لإحداثيات مبرمجة، دون إتلاف الحواف. ويعاد توجيه كل طبقة بزاوية 90° لتكوين رصات متعاشقة من بلوك CMU مقاس 8 بوصات و6 بوصات أو الإنترلوك، بمقاسات من 1000 × 1000 mm إلى 1200 × 1200 mm، للحفاظ على الثبات أثناء النقل.

نظام تجميع ورص جسري مرتفع

تجهيزات الرص والتغليف المستقل

خيارات الرص والتغليف النهائي

خيارا نظام الرص

A | نظام MDJ الجسري المرتفع بالسيرفو: جسر فولاذي عالي الصلابة فوق الناقل الجنزيري للخروج، يوفر خلوص رفع لرصات حتى 1400 mm. يدور السيرفو °360، مع مسك هيدروليكي متوازن من أربعة جوانب وبطانات بولي يوريثان. تضبط قوة المسك حسب عمر معالجة الخرسانة لحماية جدران المنتجات حديثة التشكيل. وهو الخيار الرائد في السلسلة.

B | نظام مدمج منخفض للمسك/الدفع: يثبت على قضبان عند مستوى الأرض دون جسور علوية مرتفعة، ليلائم المباني القياسية منخفضة السقف. يعمل بوصلات ميكانيكية مباشرة ومشغلات هيدروليكية، بأجزاء متحركة واعتماد أقل على الحساسات. يوفر صيانة محدودة واستثمارًا أقل للمشروعات ذات الميزانية المقيدة، مع كفاءة عملية مرتفعة.

تغليف دون باليتات شحن

فتحتا شوكة صافيتان في الطبقة السفلية؛ عرض كل فتحة 200 mm وارتفاعها 150 mm، لتعمل قاعدة المنتجات كباليتة مدمجة.

ربط رأسي: يمر ذراع التوجيه المتحرك على مسار خلال فتحات البلوك السفلية، لشد شرائط PET عالية المقاومة بعرض 14-19 mm ولحامها حراريًا. قوة الشد تصل إلى 2500 N.

لف استرتش على منضدة دوارة: تمدد عربة الشد المسبق الآلية الفيلم حتى 250%، لتغليف الرصة بالكامل وحمايتها من العوامل الجوية.

يخفض الحل تكلفة شراء باليتات الشحن الخشبية وإصلاحها، ويتجاوز متطلبات التبخير الجمركي IPPC، ويتيح المناولة الفورية بالرافعة الشوكية في موقع العمل.

رصات بلوك جاهزة للمناولة والتخزين | تغليف الرصة بفيلم الاسترتش

المواصفات الفنية لسلسلة QFT

تضم سلسلة QFT خمسة موديلات، بهياكل فولاذية معالجة لإزالة الإجهادات، واهتزاز سيرفو ثنائي المحور لزيادة انسيابية الخلطة ودمكها.

المواصفة الفنية	QFT4	QFT6	QFT7	QFT8	QFT10 (الموديل الرائد)
مقاس باليتة الإنتاج (الطول × العرض، mm)	880 × 500	880 × 680 (أو 1050 × 680)	1150 × 750	970 × 880	1220 × 900
مساحة التشكيل الفعالة (mm)	830 × 460	830 × 640	1090 × 700	920 × 830	1120 × 860
نطاق ارتفاع المنتج (mm)	45 - 200	45 - 500 (القياسي 50 - 200)	45 - 300	45 - 200	45 - 300
نظام إدارة الاهتزاز	سيرفو ثنائي المحور	سيرفو ثنائي المحور	سيرفو ثنائي المحور	سيرفو ثنائي المحور	سيرفو ثنائي المحور عالي الديناميكية
قوة الإثارة المقننة (kN)	0 - 75	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140
ضغط التشغيل الهيدروليكي	16 MPa	16 MPa	16 MPa	16 MPa	16 MPa
نوع تبريد الزيت الهيدروليكي	مبرد مياه صناعي	مبرد مياه صناعي	مبرد مياه صناعي	مبرد مياه صناعي	مبرد مياه صناعي
القدرة الكهربائية المركبة للماكينة	نحو 43.2 kW	نحو 44 kW	نحو 69 kW	نحو 62 kW	نحو 69 kW
صافي وزن الماكينة	نحو 5.5 طن	نحو 7.8 طن	نحو 11.2 طن	نحو 9.8 طن	نحو 11.2 طن

القدرة الإنتاجية في وردية 8 ساعات

القدرة الإنتاجية لوردية واحدة مدتها 8 ساعات، على أساس فاعلية إجمالية للمعدات OEE بنسبة 85%.

إنتاج الوردية (قطعة/وردية) = [(8 ساعات × 3600 ثانية) ÷ زمن الدورة T بالثواني] × عدد تجاويف القالب × 85% N

شكل المنتج وأبعاده	QFT4	QFT6	QFT7	QFT8	QFT10 (الموديل الرائد)
بلوك مفرغ قياسي 8 بوصات CMU 390 × 190 × 190 mm زمن الدورة: 16.0 ثانية	4 قطعة/كبسة ≈6,120 قطعة	6 قطعة/كبسة ≈9,180 قطعة	7 قطعة/كبسة ≈10,710 قطعة	8 قطعة/كبسة ≈12,240 قطعة	10 قطعة/كبسة ≈15,300 قطعة (≈260 طن)
طوب رصف مصمت عالي المقاومة 240 × 115 × 53 mm زمن الدورة: 14.5 ثانية	23 قطعة/كبسة ≈38,830 قطعة	32 قطعة/كبسة ≈54,020 قطعة	46 قطعة/كبسة ≈77,660 قطعة	48 قطعة/كبسة ≈81,030 قطعة	58 قطعة/كبسة ≈97,920 قطعة (مصمت كثيف)
إنترلوك ثقيل (Uni-Paver) 200 × 100 × 60 mm زمن الدورة: 18.5 ثانية	14 قطعة/كبسة ≈18,520 قطعة	21 قطعة/كبسة ≈27,790 قطعة	30 قطعة/كبسة ≈39,700 قطعة	32 قطعة/كبسة ≈42,340 قطعة	40 قطعة/كبسة ≈52,930 قطعة (1,060 m²)
بلدورة بلدية قياسية 1000 × 200 × 80 mm زمن الدورة: 22.0 ثانية	—	—	2 قطعة/كبسة ≈2,225 قطعة	—	3 قطعة/كبسة ≈3,338 قطعة (معاير)

الجدوى المالية والعائد على الاستثمار

الاستثمار وتكاليف التشغيل

عند إنتاج حجم يومي مكافئ للخطوط الأوروبية، يقل إجمالي الاستثمار الرأسمالي (CAPEX) لخط QFT بنسبة 40% إلى 50%. ويقل بذلك الاحتياج إلى التمويل وتكلفة الفوائد البنكية وضغط إهلاك المصنع.

اهتزاز السيرفو ثنائي المحور والهيدروليك التناسبي يخفضان كهرباء الخط بأكثر من 30%. ويمكن الحصول على المكونات الدولية القياسية من Siemens وRexroth وSchneider عبر سلاسل التوريد المحلية، لتجنب الزيادات السعرية لقطع الغيار المرتبطة بمصدر واحد.

مثال QFT10-A استرداد الاستثمار خلال 6 إلى 8 أشهر

نموذج لتركيب QFT10-A قياسي في أسواق البنية التحتية النامية، مثل الشرق الأوسط وأمريكا اللاتينية وجنوب شرق آسيا.

البند	الافتراض أو الناتج
الإنتاج اليومي، وردية واحدة	15,300 بلوكة CMU قياسية مقاس 8 بوصات، أو نحو 98,000 قطعة رصف مصمتة.
صافي هامش الوحدة	0.08 إلى 0.12 USD لكل بلوكة 8 بوصات، بعد الخامات والكهرباء والعمالة المحلية.
الهامش المستخدم في الحساب	0.10 USD لكل بلوكة.
صافي العائد التشغيلي اليومي	15,300 × 0.10 USD = 1,530 USD/day
أيام التشغيل الشهرية	25 يومًا
صافي التدفق النقدي الشهري	نحو 38,250 USD
فترة الاسترداد التقديرية	6 إلى 8 أشهر تشغيل لاسترداد الإنفاق الرأسمالي الأساسي للخط الكامل.

بعد استرداد الاستثمار، يسهم عائد الإنتاج مباشرة في صافي أرباح النشاط المستمرة.