# المقارنة الفنية بين SLST1000 وQFT10 A

## سلسلة SLST الراقية وخط إنتاج البلوك الأوتوماتيكي بتقنية السيرفو

الملف الفني والهندسي القياسي

**SWING / SWA Trade بالتعاون مع SL Machinery**

جهة الإعداد: 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

المواقع الرسمية: www.slmoulds.com | www.sl-machine.com

الفئات المستهدفة: منتجو وحدات البناء من الخرسانة شبه الجافة حول العالم، ومقاولو الهندسة والتوريد والإنشاء (EPC) للبنية التحتية البلدية، والموزعون الدوليون المعتمدون.

نطاق الاستخدام: أنظمة إنتاج رائدة بتكوين وحداتي، مصممة لإنتاج الحجر المعماري المقلد عالي الأداء من الخرسانة مسبقة الصب (PC)، وبلاط الرصف عالي الكثافة، وبلوكات البنية التحتية كبيرة المقاس، والبردورات البلدية الثقيلة.

# الوحدة 1 نظام الوزن والجرعات الديناميكي الذكي والخلط القسري عالي الكفاءة

تتأثر الخرسانة شبه الجافة، التي تتميز بانخفاض نسبة الماء إلى الأسمنت وقوام ذي هبوط صفري، بتدرج الركام، وتجانس توزيع المساحيق، ودقة نسبة الماء إلى المواد الرابطة. وتدمج SL-Machinery مركزًا مغلقًا للوزن والخلط، متوافقًا مع المتطلبات البيئية ومصممًا لخلطات الهبوط الصفري.

## نظام عالي الدقة لوزن وجرعات الركام والمواد الرابطة

ضبط الجرعات أوتوماتيكيًا بسرعتين (كبير / دقيق): تضم بوابات تفريغ الركام بوابات شعاعية مقوسة بتحكم متغير التردد، مقترنة برجاجات هوائية عالية التردد لتفكيك التكتلات القنطرية. يبدأ النظام بفتح البوابة إلى كامل مشوارها لإدخال الخامة بكميات كبيرة بسرعة، ثم ينتقل تلقائيًا إلى جرعات دقيقة بنبضات مدتها أجزاء من الألف من الثانية عند الاقتراب من القيمة المستهدفة، مما يلغي أخطاء كمية الخامة الساقطة بعد الإغلاق ويحافظ على دقة الجرعات الديناميكية في حدود .≤ ±1.0%

منظومة خلايا وزن معلقة عند ثلاث نقاط: يُعلق قادوس الوزن المركزي على خلايا وزن عالية الصلابة من نوع عارضة القص، لمقاومة تأثير الأحمال اللامركزية، مع زمن استجابة سريع للحساس أقل من 0.1 ثانية.

تعويض الرطوبة آنيًا بالموجات الميكروية: تُركب حساسات رقمية عالية التردد لقياس الرطوبة بالموجات الميكروية داخل صوامع الركام الناعم وأرضية الخلاط. تقيس هذه الحساسات الرطوبة عشرات المرات في الثانية لتعويض ماء الخلط وكتلة الركام الجاف ديناميكيًا في الوقت الفعلي، وحصر تذبذب نسبة الماء إلى المواد الرابطة في حدود .≤ ±0.01

## 2. فتح أكياس الأصباغ أوتوماتيكيًا والجرعات الدقيقة بالنقل الهوائي ذي الطور الكثيف

محطة مغلقة لفتح الأكياس تحت ضغط سالب: توضع الأكياس التجارية لأصباغ أكسيد الحديد غير العضوية الجافة مباشرة في القادوس، حيث تفتحها سكاكين داخلية من الفولاذ المقاوم للصدأ تحت ضغط سالب. ويمنع الهز الميكانيكي للأكياس وفلتر الخرطوشة المدمج المنظف بنفث نبضي تسرب الغبار إلى الهواء.

موازين جرعات دقيقة تعمل بمبدأ الفقد في الوزن: مصممة خصيصًا لإضافات أصباغ خلطة الوجه 5–0.2) كجم)، وتجمع بين لوالب جرعات دقيقة من الفولاذ المقاوم للصدأ وخلايا وزن عالية الحساسية، للمحافظة على دقة الجرعات في حدود .±0.2%

نقل هوائي مميع بالطور الكثيف: تُحقن دفعات الأصباغ الموزونة في خلاط الوجه بنبضات من الهواء المضغوط الجاف، عبر أنابيب من الفولاذ المقاوم للصدأ مصقولة كهربائيًا ومضادة للكهرباء الساكنة، لمنع التصاق الأصباغ بالجدران وانتقال الألوان بين الدفعات.

## 3. خلاط كوكبي رأسي المحور من سلسلة CMPZ ونظام بزاوية 360° للغسيل الأوتوماتيكي بالماء عالي الضغط

ديناميكية الخلط الكوكبي بالتيار المعاكس: تدير منظومة نقل الحركة المركزية عدة مجموعات خلط كوكبية تدور حول محاورها الذاتية، وفي الوقت نفسه تدور حول المركز. وترسم ريش الخلط مسارات سيكلويدية متداخلة على أرضية حوض الخلاط، فتحقق خلطًا متجانسًا بالحركة الحملية خلال 6 ثوانٍ، وتجانسًا دقيقًا خلال 45 إلى 60 ثانية. ويُجهز خلاط الوجه بقاطع تفتيت عالي السرعة يعمل عند 1,400 دورة/دقيقة، لتفكيك تكتلات الأصباغ وضمان توحيد لون طبقة الوجه.

نظام تنظيف ذاتي دوار بزاوية 360° بالماء عالي الضغط:

- تُدمج فوهات رش دوارة قابلة للسحب داخل غطاء الخلاط.
- عند تبديل الورديات أو تغيير الألوان، تضخ مضخة مكبسية عالية الضغط ستارة مائية دوارة بضغط 8.0–6.0 ميجاباسكال لتنظيف أدوات الخلط وبطانات التآكل.
- تُصرف مياه الغسيل المحملة بالرواسب من خلال باب التفريغ السفلي الهيدروليكي، مما يلغي الحاجة إلى دخول العامل يدويًا إلى حيز مغلق، ويخفض توقف التنظيف من 40 دقيقة إلى أقل من 5 دقائق.

# الوحدة 2 تشكيل المنتج بالسيرفو في الماكينة الرئيسية ونظام مراقبة الجودة على الخط

يمثل SLST1000 وQFT10-A خطين متكاملين مبنيين على المنصة الهندسية للأعمال الشاقة لدى SL-Machinery، وقد صُمم كل منهما لمتطلبات تشغيلية وأحجام استثمار محددة.

| QFT10-A التقليدي للأعمال الشاقة | SLST1000 موديل السيرفو الرائد |
|---|---|
| • إنتاج وحدات البناء القياسية<br>• خلاط JS750 ثنائي المحور<br>• ارتفاع المنتج 300–45 مم<br>• هيكل صندوقي معالج لإزالة الإجهادات<br>• استثمار رأسمالي منخفض، واسترداد خلال 8–6 أشهر | • الحجر المعماري الراقي<br>• خلاط كوكبي CMPZ1000<br>• نطاق ارتفاع موسع 500–45 مم<br>• هيكل ثقيل بعوارض صندوقية وأعمدة بقطر 80Φ مم<br>• سيرفو كامل ونظام رؤية لمراقبة الجودة |

## 1. مقارنة هندسية تفصيلية QFT10 A وSLST1000

| البند الفني | QFT10-A (الموديل القياسي التقليدي) | SLST1000 (موديل السيرفو الرائد) | التقييم الهندسي والقيمة التشغيلية |
|---|---|---|---|
| خلاط الخرسانة الرئيسي | خلاط قسري ثنائي المحور من سلسلة JS | خلاط كوكبي رأسي من سلسلة CMPZ | يستوعب الخلاط ثنائي المحور الركام الخشن مع احتياج منخفض للصيانة؛ ويوفر الخلط الكوكبي بالتيار المعاكس توزيعًا دقيقًا للأصباغ والمواد الناعمة. |
| نطاق ارتفاع المنتج | 45–300 مم | 45–500 مم (مشوار موسع) | يركز QFT10-A على بلوك البناء الخرساني القياسي وبلاط الرصف؛ بينما ينتج SLST1000 بردورات مصمتة من قطعة واحدة وبلوكات تكسية وحماية الميول بارتفاع 500–400 مم. |

# المقارنة الهندسية التفصيلية تابع

| البند الفني | QFT10-A (الموديل القياسي التقليدي) | SLST1000 (موديل السيرفو الرائد) | التقييم الهندسي والقيمة التشغيلية |
|---|---|---|---|
| أبعاد أعمدة التوجيه | 4 أعمدة مصمتة من سبيكة مطروقة، بقطر 70Φ مم | 4 أعمدة مصمتة من سبيكة مطروقة، بقطر 80Φ مم | يتميز SLST1000 بأعمدة توجيه أكبر وأطول لمقاومة العزم الديناميكي اللامركزي أثناء فك القالب بمشوار عميق. |
| قوة الاهتزاز الديناميكية | سيرفو ثنائي المحور، 0–140 كيلو نيوتن | سيرفو عالي الاستجابة الديناميكية، 0–160 كيلو نيوتن | يوفر SLST1000 احتياطي عزم أكبر لتسييل الخلطات الثقيلة بالاهتزاز بسرعة أعلى، مما يخفض زمن الدورة بمقدار 1.5–2 ثانية. |
| تصنيع الهيكل | هيكل بوابي صندوقي من الفولاذ الإنشائي سميك الجدران | هيكل ثقيل بعوارض صندوقية من فولاذ منخفض السبائكية عالي مقاومة الشد | لا يستخدم أي من الموديلين مكونات مسبوكة؛ وتُلدّن اللحامات الروبوتية كاملة الاختراق داخل فرن عند 650°م، لإزالة الإجهادات المتبقية ومنع تشققات الكلال. |
| حساس تحديد الارتفاع | مشفّر دوراني + مفاتيح تقاربية لنهاية المشوار | مسطرة قياس مغناطيسية مطلقة دون تلامس (0.05 مم) | يصحح SLST1000 الارتفاع آنيًا بنظام تحكم ذي حلقة مغلقة، ويحافظ على ارتفاع الوحدة النهائية في حدود ≤ ±0.5 مم. |
| تكوين النظام الهيدروليكي | نظام تناسبي متغير الإزاحة (16 ميجاباسكال) | نظام تناسبي كامل السيرفو من Bosch-Rexroth (16–21 ميجاباسكال) | يوفر SLST1000 انتقالات تناسبية بصدمات هيدروليكية أقل، واستجابة أسرع للدورة، وتراكم حراري أقل. |
| الوزن الصافي للماكينة | حوالي 11.2 طن متري | حوالي 17.2 طن متري | يضيف SLST1000 كتلة مقدارها 6.0 أطنان من الفولاذ الإنشائي، مما يوفر ثقلًا وصلابة أكبر لمقاومة أحمال اهتزاز مقدارها 160 كيلو نيوتن. |

# 2. ديناميكية الدمك بتسييل الخلطة بالاهتزاز المؤازر

تسييل سريع للخلطة وطرد الهواء (تسارع 15–18G: بدلًا من الاعتماد على وحدات حركة ميكانيكية لا مركزية بطيئة البدء، تتسارع محركات السيرفو من السكون إلى السرعة الكاملة خلال 0.05 ثانية. وبتسارعات رأسية تبلغ 15–18G، يعمل النظام على تسييل الخرسانة شبه الجافة شديدة القوام بالاهتزاز، وإجبار حبيبات الركام على التعشيق مع طرد الهواء من المسام الدقيقة.

كبح دون اهتزاز متبقٍ: عند نقطة فك القالب، تبدأ وحدات السيرفو الكبح الديناميكي بالتيار المعاكس، فتوقف الاهتزاز بالكامل خلال 40–50 مللي ثانية. ويمنع إلغاء استمرار دوران دولاب الموازنة بالقصور الذاتي حدوث الشروخ الإنشائية الدقيقة أثناء فك القالب، ويضمن حواف سليمة للبلوك رقيق الجدران وبلاط الرصف.

تعديل ديناميكي لزاوية الطور: يضبط المتحكم المنطقي المبرمج PLC فرق زاوية الطور بين أعمدة السيرفو المتقابلة عبر شبكة اتصال صناعية؛ فيحافظ على فرق طور 180° (محصلة قوة تساوي صفرًا) أثناء تغذية القالب، ثم ينتقل إلى تطابق الطور عند 0° للحصول على كامل القوة الديناميكية أثناء الدمك.

| نوع نظام الحركة | ديناميكية التشغيل وتسلسل العملية |
|---|---|
| تقليدي نظام حركة ميكانيكي لا مركزي | تسارع بطيء ➔ شروخ دقيقة بسبب التردد المنخفض ➔ اهتزاز كامل ➔ تباطؤ بطيء بالقصور الذاتي ➔ تلف الحواف عند فك القالب |
| تقنية SLST لتسييل الخلطة بالاهتزاز المؤازر | تسارع خلال 50 مللي ثانية ➔ تسييل متحكم فيه عند 15–18G ➔ توقف بالكبح خلال 50 مللي ثانية ➔ انعدام الاهتزاز المتبقي |

## 3. وحدة قدرة هيدروليكية بالسيرفو وتبريد هوائي دون ماء

هيدروليك بالسيرفو يعمل حسب الطلب: توفر المضخة متغيرة الإزاحة ضغطًا وتدفقًا متوافقين مع كل خطوة من خطوات الماكينة (اقتراب سريع، كبس، فك القالب، رجوع سريع). وتعمل وحدة الحركة دون حمل خلال فترات انعدام الحركة، مما يخفض استهلاك الطاقة الهيدروليكية بنسبة 30%–40% مقارنة بالأنظمة القياسية.

مبرد هوائي بألواح وزعانف ضمن حلقة مغلقة: يلغي الاعتماد على أبراج تبريد خارجية بالماء أو على المياه الجوفية. ويحافظ مبردان من الألومنيوم بألواح وزعانف، مع مراوح متغيرة السرعة منخفضة الضوضاء، على درجة حرارة الزيت بين 38°م و48°م حتى عند وصول حرارة الجو المحيط إلى 50°م، لمنع تصلب موانع التسرب وتدهور الزيت.

### 4. وسائد هوائية لعزل الاهتزاز ورأس كبس مسخن إلى 40°م

وسائد هوائية لعزل الاهتزاز: تعزل وسائد هوائية من المطاط المقوى ذات طيتين تعليق القالب عن الهيكل الرئيسي، بكفاءة عزل تتجاوز 92%، لحماية وصلات الهيكل وتقليل الضوضاء المنقولة عبر الأساسات.

تسخين كهربائي لرأس الكبس (40°م–45°م): تحافظ عناصر تسخين مدمجة على درجة حرارة مضبوطة لسطح نعل الكبس. ويكسر ذلك التوتر السطحي ويمنع التصاق الروبة الناعمة، لضمان خروج نظيف لبلاط الرصف المعقد والبلوك المعماري.

# 5. فحص بالرؤية الآلية ثلاثية الأبعاد 3D على الخط واستبدال البلوك بروبوت ذي 6 محاور

مسح المقطع بالليزر ثلاثي الأبعاد (3D): تُثبت كاميرا صناعية للمسح الخطي وجهاز إسقاط ليزر بنمط ضوئي منظم فوق ناقل خروج المنتجات حديثة التشكيل، لفحص باليتات المنتجات أثناء حركتها. ويفحص النظام أبعاد الوحدات، واستواء الأسطح، وسلامة الأركان، والشروخ السطحية الدقيقة بدقة ±0.5 مم.

الاستبدال بروبوت مفصلي ذي 6 محاور: عند اكتشاف بلوكة معيبة، يرسل النظام إحداثياتها إلى روبوت صناعي ذي 6 محاور. ويزيل ملقط الروبوت الهوائي الوحدة المعيبة ويضعها في حاوية لإعادة تدوير الروبة الرطبة، ثم يأخذ وحدة سليمة من رف تخزين مؤقت مدمج لملء الفراغ. ويضمن ذلك صفوفًا مكتملة ومستقرة على الباليتة قبل دخول حجرة المعالجة، ويمنع انهيار رصات البلوك أثناء المناولة اللاحقة.

# الوحدة 3 التجميع والرص الأوتوماتيكي المرتفع خارج الخط، والتجميع متعدد المحاور، ونظام التغليف دون طبالي

على خلاف الأنظمة المترابطة مباشرة على الخط، التي يؤدي فيها تعطل التغليف إلى توقف المصنع بالكامل، يفصل نظام التجميع والرص المستقل خارج الخط قسم التشكيل الرطب عن خط التغليف الجاف. وتنقل الرافعات الشوكية رصات البلوك بعد المعالجة إلى ناقل التغذية المستقل، بما يسمح لماكينة التشكيل بالعمل باستمرار بصرف النظر عن نشاط التغليف في المراحل التالية.

| الخطوة | مرحلة العملية | المعدات والإجراءات الرئيسية |
|---|---|---|
| 1 | التغذية والفصل | [رصات البلوك بعد المعالجة] ➔ ناقل التغذية ➔ الفاصل الكهرومغناطيسي |
| 2 | معالجة باليتات الإنتاج | جهاز قلب الباليتات (180°) وحجرة التزييت |
| 3 | تجميع البلوك | [الوحدات الخرسانية المحررة من القالب] ➔ طاولة التجميع PZ10E بسيرفو ثنائي المحور (تعشيق بزاوية 90°) |
| 4 | التجميع والرص | [رصة ذات فتحات ودون طبلية] ➔ نظام التجميع والرص البوابي المرتفع من سلسلة MDJ (ملقط يدور 360°) |
| 5 | التغليف والتخزين | [ربط رأسي بشريط PET] ➔ [ماكينة لف استرتش دوارة] ➔ [ساحة المنتجات النهائية] |

# 1. فصل مغناطيسي دون ترك آثار وقلب باليتات الإنتاج هيدروليكيًا بزاوية 180°

فاصل مغناطيسي بالتيار المستمر: يرفع مغناطيس كهربائي صناعي عالي الفيض يعمل بالتيار المستمر باليتة الإنتاج الفولاذية بسُمك 14 مم بعيدًا عن صفوف البلوك المعالج، أو ترفع ملاقط ميكانيكية الباليتات المركبة، مما يتجنب الدفع الميكانيكي الذي قد يكسر حواف البلوك.

جهاز قلب باليتات هيدروليكي أوتوماتيكي بزاوية 180°: تمر الباليتات عبر محطة قلب على الخط تدير كل باليتة بزاوية 180° في كل دورة. ويوازن التناوب بين وجهي التشغيل الأحمال التشغيلية، ويقاوم كلال الانحناء المتراكم، ويمنع التقوس الدائم المقعر أو المحدب للباليتة، للمحافظة على الاستواء في حدود 0.8 ≤ مم.

تنظيف بفرش نايلون دوارة ورذاذ مضاد للتآكل: تمر الباليتات المقلوبة عبر فرشتي نايلون كاشطتين تدوران في اتجاهين متعاكسين لإزالة القشور الأسمنتية، ثم تمر عبر حجرة رش بالموجات فوق الصوتية تطبق رذاذًا من مادة فصل القوالب لحماية سطح التشغيل.

## 2. طاولة التجميع المسبق PZ10E بسيرفو ثنائي المحور لمقاسات متعددة

تحديد موضع متعدد المحاور بتحكم سيرفو: تشغل وحدتا سيرفو مستقلتان أذرع الدفع العرضية والطولية، مع تغذية راجعة للموضع بواسطة مشفرات.

تشكيل تعشيقات أوتوماتيكيًا بزاوية 90°: يرتب النظام البلوك، بما فيه وحدات البناء الخرسانية مقاس 8 بوصات و6 بوصات وبلاط الرصف، في أنماط متداخلة، مع تدوير صفوف مختارة بزاوية 90°. وينتج رصات ثابتة بأبعاد من 1000 × 1000 مم إلى 1200 × 1200 مم وارتفاع حتى 1.4 م؛ ويمنع التداخل تحرك الوحدات أثناء النقل في الساحة.

## 3. نظام التجميع والرص البوابي المرتفع بالسيرفو من سلسلة MDJ

تشغيل سيرفو بـ4 محاور وحلقة مغلقة: تُقاد حركات الرفع، والانتقال العرضي، والدوران، والإمساك بمحركات سيرفو عالية العزم، وتدعم ارتفاع رصات حتى 1,400 مم وحمولة تشغيل حتى 600 كجم.

ملقط هيدروليكي ذي 4 اتجاهات ذاتي التمركز: تُبطن أذرع الإمساك بوسادات متينة من البولي يوريثان، وتُضبط بصمامات ضغط تناسبية لتعديل ضغط الإمساك وفق عمر معالجة البلوك، لمنع تشقق وحدات البناء حديثة التشكيل الهشة.

# 4. تغليف مستدام دون طبالي فتحات مدمجة لشوكات الرافعة

فتحات مدمجة لشوكات الرافعة: تُنشئ طاولة التجميع فتحتين (بعرض 200 مم × ارتفاع 150 مم) في طبقة البلوك السفلية، لاستخدام المنتج نفسه قاعدةً مدمجة للمناولة.

ربط رأسي عبر فتحات القاعدة: يُمرر ذراع إدخال آلي شريط PET عالي مقاومة الشد بعرض 19–14 مم عبر فتحات الشوكات المدمجة، مع لحام الشرائط حراريًا بقوة شد تصل إلى 2,500 نيوتن في أنماط متقاطعة.

لف دوار بفيلم الاسترتش: تنتقل الرصة دون طبلية إلى منصة دوارة بمحرك، حيث تمدد عربة الشد المسبق فيلم الاسترتش بنسبة 250%–300% وتغلف الرصة بغلاف محكم يحميها من الظروف الجوية.

خفض تكاليف التشغيل: يلغي التكلفة المستمرة لاستبدال الطبالي الخشبية، ويتجاوز متطلبات المعالجة الدولية للأخشاب وفق IPPC، ويتيح التفريغ المباشر بالرافعة الشوكية في موقع العمل.

## توسعة اختيارية  حجرة معالجة مسبقة التجهيز بحرارة الإماهة الذاتية ونظام عربة شوكية بسيرفو مزدوج

يمكن للمصانع التي تسعى إلى ربط التشكيل الرطب والتغليف الجاف في منشأة متكاملة قليلة العمالة إضافة حلقة المعالجة والنقل الأوتوماتيكية من SL-Machinery.

## نظام عربة شوكية بسيرفو مزدوج وحمولة 18 طنًا (مع محطة تخزين مؤقت أثناء الانتقال)

حركة عالية الدقة بسيرفو مزدوج: تُقاد العربة الأم الناقلة بمحركي سيرفو Inovance قدرة كل منهما 5.5 كيلووات، يعملان مع مقاييس مسافة ليزرية بتقنية زمن الرحلة (TOF) ومشفرات مطلقة، لتحقيق دقة حركة في حدود ±1.5 ≤ مم تحت الحمولة الكاملة البالغة 18 طنًا.

عربة فرعية سلسة الحركة بسيرفو هيدروليكي: تدخل العربة الفرعية متعددة المستويات إلى رفوف المعالجة بمنحنيات تسارع سلسة، لمنع تشوه المنتجات حديثة التشكيل بسبب النفضات الميكانيكية المفاجئة.

محطة تخزين مؤقت أثناء الانتقال: تسمح محطة وسيطة للعربة الأم بالعودة لجلب الرصة التالية من المنتجات حديثة التشكيل بينما تضع العربة الفرعية حمولتها داخل حجرة المعالجة، مما يزيل اختناقات النقل ويزيد الإنتاجية لكل دورة بنسبة 25%.

## 2. هيكل حجرة معالجة معزولة، وحداتي ومسبق التجهيز

هيكل مجلفن مجمع بالمسامير: يُصنع من قطاعات إنشائية ثقيلة مجلفنة بالغمس الساخن، وتُكسى بألواح ساندويتش بانل من الصوف الصخري عالي الكثافة بسُمك 100 مم (K ≤ 0.038 واط/(م·كلفن)).

أبواب قماشية سريعة اللف لأعلى: تُجهز كل فتحة بحجرة المعالجة بباب معزول سريع اللف ذاتي إعادة التوجيه، يعمل تلقائيًا عبر تعشيقات الحساسات لتقليل الفقد الحراري.

### 3. الحرارة الكامنة للإماهة الذاتية وتدوير الهواء بالحمل الدقيق

الاستغناء عن غلايات البخار الخارجية: تطلق إماهة الخرسانة حرارة كامنة مقدارها 250–350 كيلو جول/كجم خلال المعالجة المبكرة. ويحجز الغلاف المعزول لحجرة المعالجة حرارة التفاعل الكيميائي والرطوبة المنطلقة، ليحافظ على درجة حرارة داخلية تتراوح بين 45°م و55°م دون غلايات بخار خارجية.

نظام تدوير هواء منخفض السرعة: تدفع مراوح تدوير محورية قابلة لعكس الاتجاه، موزعة بطول السقف، الهواء الدافئ الرطب إلى أسفل لتفكيك التطبق الحراري، والحفاظ على درجات حرارة الحجرة في حدود ±1.5°م ورطوبة نسبية 90%–98% RH، بما يمنع تشقق الأسطح مبكرًا دون تكاليف وقود.

# جدول المواصفات الفنية والطاقة الإنتاجية

مواصفات الماكينتين والطاقات الإنتاجية المتحقق منها لوردية مدتها 8 ساعات للموديلين QFT10-A وSLST1000، باستخدام باليتات إنتاج قياسية بمقاس 900 × 1220 مم:

## المعايير الهندسية: QFT10-A وSLST1000

| البند الفني | QFT10-A (الموديل القياسي التقليدي) | SLST1000 (موديل السيرفو الرائد) |
|---|---|---|
| الأبعاد الكلية لباليتة الإنتاج | 25 × 900 × 1220 مم (مواد مركبة / فولاذ) | 25 × 900 × 1220 مم (مواد مركبة / فولاذ) |
| مساحة التشكيل الفعلية | 860 × 1120 مم | 860 × 1120 مم |
| نطاق ارتفاع المنتج | 45–300 مم | 45–500 مم (مشوار موسع) |
| تكوين نظام الاهتزاز | اهتزاز موجّه بسيرفو ثنائي المحور | تسييل بالاهتزاز بسيرفو ثنائي المحور عالي الاستجابة الديناميكية |
| قوة الإثارة الديناميكية المقننة | 0–140 كيلو نيوتن (قابلة للضبط خطيًا) | 0–160 كيلو نيوتن (قابلة للضبط ضمن نطاق واسع) |
| أقصى سرعة للاهتزاز | 4,500 دورة/دقيقة | 4,800 دورة/دقيقة |
| مجموعة أعمدة التوجيه | 4 أعمدة مصمتة من سبيكة مطروقة، بقطر 70Φ مم | 4 أعمدة مصمتة من سبيكة مطروقة، بقطر 80Φ مم |
| محوّل قياس موضع الارتفاع | مشفّر دوراني + حساسات تقاربية لنهاية المشوار | مسطرة قياس مغناطيسية مطلقة دون تلامس (0.05 مم) |
| تكوين النظام الهيدروليكي | مضخة تناسبية متغيرة الإزاحة 16) ميجاباسكال) | نظام تناسبي كامل السيرفو من Bosch-Rexroth 21–16) ميجاباسكال) |
| آلية تبريد الهيدروليك | مبرد ماء صناعي أو مبرد هواء قياسي | مبرد هوائي بألواح وزعانف للأعمال الشاقة (مصنف لدرجة °50م) |
| منصة التحكم الرئيسية | متحكم منطقي مبرمج صناعي PLC + واجهة تشغيل HMI بشاشة لمس ملونة | Siemens S7-1500 + سحابة إنترنت الأشياء الصناعي باتصال 4G/5G |
| الكتلة الصافية للماكينة الرئيسية | حوالي 11.2 طن متري | حوالي 17.2 طن متري |

# 2 الإنتاج المتحقق منه خلال وردية مدتها 8 ساعات

محسوب عند فعالية كلية للمعدات OEE قدرها 85%

إنتاج الوردية (قطعة/وردية) = [(8 ساعات × 3,600 ثانية) / زمن الدورة المقاس T (ثانية)] × عدد تجاويف القالب N × فعالية كلية للمعدات OEE قدرها 85%

| نوع المنتج وأبعاده (الطول × العرض × الارتفاع) | عدد تجاويف القالب (الإسطمبة) | إنتاج QFT10-A للوردية (8 ساعات / OEE بنسبة 85%) | إنتاج SLST1000 للوردية (8 ساعات / OEE بنسبة 85%) | مقارنة الأداء التشغيلي |
|---|---|---|---|---|
| بلوك بناء خرساني مفرغ قياسي مقاس 8 بوصات (390 × 190 × 190 مم) | 10 قطع/كبسة | 15,300 قطعة (الدورة: 16.0 ثانية، ≈260 طن) | 16,882 قطعة (الدورة: 14.5 ثانية، ≈287 طن) | يوفر تسارع السيرفو الأسرع 1.5 ثانية في كل دورة؛ بزيادة +1,582 وحدة/وردية على SLST1000. |
| بلوك مفرغ لحوائط القواطع (390 × 140 × 190 مم) | 14 قطعة/كبسة | 21,420 قطعة (الدورة: 16.0 ثانية، ≈278 طن) | 23,635 قطعة (الدورة: 14.5 ثانية، ≈307 طن) | يحمي تسييل الخلطة بالاهتزاز الموجّه بالسيرفو الجدران الداخلية الرقيقة من الشروخ الدقيقة. |
| بلاط رصف متشابك عالي المقاومة (200 × 100 × 60 مم، بطبقة وجه) | 28 قطعة/كبسة | 37,050 قطعة (الدورة: 18.5 ثانية، ≈740 م²) | 41,540 قطعة (الدورة: 16.5 ثانية، ≈830 م²) | يوفر نعل الكبس المسخن والكبح الكهربائي أسطحًا نظيفة؛ مع زيادة الإنتاج بنسبة +12% على SLST1000. |
| طوب مصمت عالي الكثافة (240 × 115 × 53 مم) | 44 قطعة/كبسة | 74,284 قطعة (الدورة: 14.5 ثانية، ≈260 طن) | 82,855 قطعة (الدورة: 13.0 ثانية، ≈290 طن) | يتطلب الدمك الكثيف قوى اهتزاز عالية؛ ويطرد SLST1000 الهواء من الخلطة بسرعة. |
| بردورة طرق سريعة من قطعة واحدة (1000 × 300 × 200 مم) | 2 قطعة/كبسة | يتجاوز الحد الأقصى لارتفاع الماكينة (خارج نطاق QFT10-A البالغ 300 مم) | 2,225 قطعة (≈2,225 متر طولي) (الدورة: 22.0 ثانية) | متاح حصريًا على SLST1000، بأعمدة توجيه ذات مشوار فك عميق للوحدات البلدية الثقيلة. |