

【Phrozen樹脂 使用者指南】

工程樹脂 – 陶瓷白Pro

大綱

在列印一個理想的物件前，我們可以先了解材料在各條件下能完整列印出物件的極限在哪；因此Phrozen提供以下設計建議，幫助您列印物件時大幅提升成功率，並印製出更符合您心目中的物件。

目錄

TDS.....	1
列印參數	3
清洗、靜置.....	7
二固.....	7
設計規格.....	8
最小無支撐壁厚	8
最小尺寸公差	8
最小立柱直徑	9
最小孔洞直徑	9
最小浮雕細節寬度.....	10
最小雕刻細節寬度.....	10
最大水平跨橋寬度.....	11
Z軸最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度 (0.05mm層高)	11
方塊收縮率測試 (0.05mm層高)	12

Section 1

TDS

基礎特性	規範	代表值	
外觀顏色	-	白	
黏度	BROOKFIELD LV型黏度計	230 - 300 cps	
密度(液態樹脂)	ASTM D4052-18a	1.65 g/cm ³	
拉伸特性	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
斷裂拉伸強度	ASTM D638	68.4 MPa	83.8 MPa
拉伸模量	ASTM D638	8325.8 MPa	8380 MPa
斷裂伸長率	ASTM D638	1 %	1 %
彎曲特性	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
彎曲強度	ASTM D790	116.2MPa	150.12 MPa
彎曲模量	ASTM D790	11765.9MPa	11965 MPa
衝擊性能	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
懸樑缺口衝擊強度	ASTM D256	18.4 J/m	18.1 J/m
熱性能	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
HDT at 0.45 MPa	ASTM D648	181.8 °C	>230 °C

硬度	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
Shore D	ASTM D2240	>90D	>90D
吸水率	規範	代表值	
		UV 二固化	UV 二固化後熱固
短期(24hr)	ASTM D570	0.35%	0.36%

* 所有的性能測試都是以Phrozen Sonic Mighty 8K 或 Sonic Mini 8K列印,並使用 Phrozen 清洗固化組做清洗及二固並以可控溫烘箱進行熱固化。

* 在照光二固化120分鐘之後額外再熱固化,熱固化條件請參考下述內容。

* 熱固化可提升機械性能,但也將增加不規則形變的機率。

Specimens are printed unless stated otherwise. The information in this TDS, including product recommendations, is based on our current knowledge and experience.

Descriptions, drawings, photographs, data, proportions, weights, etc. provided may change without notice and do not establish the product's contractual quality. Req

uest the relevant MSDS from your supplier or contact Phrozen Tech Co., Ltd at sales@phrozen3d.com

Section 2

列印

列印參數

測試機台	Sonic mini / Sonic mini 4K
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	12 $\pm$ 5 s
滅燈延遲	13 s
抬升距離	6 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mini 8K
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2.5 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	15 $\pm$ 2 s
靜止時間	4 s
抬升距離	6 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mini 8K S
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	13 $\pm$ 2 s
靜止時間	4 s
抬升距離	6 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mighty 4K
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	12 $\pm$ 5 s
滅燈延遲	14 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mighty 8K
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2.5 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	15 $\pm$ 2 s
靜止時間	5 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mighty 12K (升級套件)
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2.5 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	15 $\pm$ 2 s
靜止時間	5 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mighty Revo 14K
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2.5 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	20 $\pm$ 5 s
靜止時間	5 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mighty Revo 16K (升級套件)
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	1.3 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	16 $\pm$ 5 s
靜止時間	3 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mega 8K*
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2.5 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	20 $\pm$ 5 s
靜止時間	8 $\pm$ 3 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mega 8K S*
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	13 $\pm$ 3 s
靜止時間	8 $\pm$ 3 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

測試機台	Sonic Mega 8K V2*
層厚	50 μ m
一般層曝光時間	2 $\pm$ 0.5 s
底層曝光時間	20 $\pm$ 5 s
靜止時間	8 $\pm$ 3 s
抬升距離	8 mm
抬升速度	60 mm/min

* Mega 8K / Mega 8K S / Mega 8K V2 因拉拔力較大，須提高固化秒數以增加列印成功率

- * 列印時務必蓋上遮光罩,以維持樹脂最佳列印狀態
- * 增加靜止時間可以減緩樹脂積料,以達到更好的解析度。

清洗、靜置

1. 建議使用Phrozen 後處理設備：「Phrozen清洗固化組」
2. 使用 Phrozen Wash 水流機，添加99%異丙醇，清洗45-60秒。請勿溶劑中浸泡超過60秒，有可能傷害物件表面。(避免使用超音波機以防止列印件表面產生孔洞)
3. 空心薄件請務必洗淨內部
4. 清洗後使用氣槍輕輕吹使表面乾燥後請盡速進行UV二固

*薄件貼底印製時請小心鏟下，有可能讓模型變形

二固

1. 建議使用Phrozen 二固化設備：「Phrozen 清洗固化組」、「Phrozen Mega Cure S UV後固化燈」或其他有相同波長的二固化設備等
2. Phrozen實驗室使用的熱風式循環烘箱,溫度控制精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 且均溫性 $\pm 3\%$,
型號:JA-72
3. 二固化時間 120分鐘(需翻面,一面60分鐘), 二固化結束後須盡速進行熱固化。
4. 進行額外的熱固化以增強材料的機械性能。

	時間設定	溫度設定
初始升溫條件	2 hours	30°C ~ 150 °C
維持	3 hours	150 °C
降溫條件	2 hours	150 °C ~ 30 °C

這些建議只在作為一般建議。可根據您的具體情況和您使用的設備決定最佳的後固化程序。

Section 3

設計規格

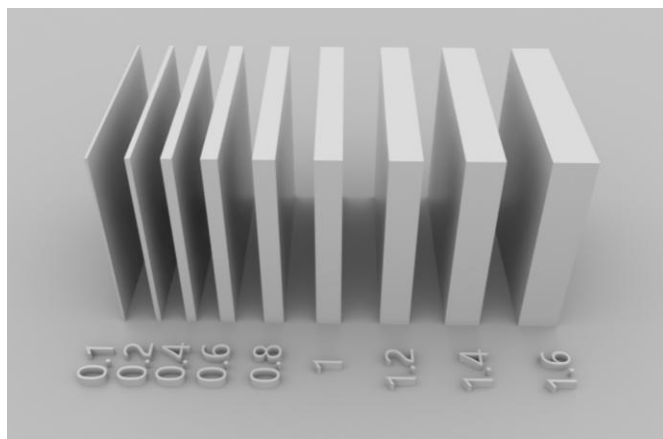
※註：所有指標均為樹脂之極限值，會依照使用機台不同有所差距※

Minimum Unsupported Wall Thickness

最小無支撐壁厚

此項指標為在無支撐前提下能獨立印出且無彎曲、斷裂現象之最薄厚度。

建議厚度： $\geq 0.2 \text{ mm}$

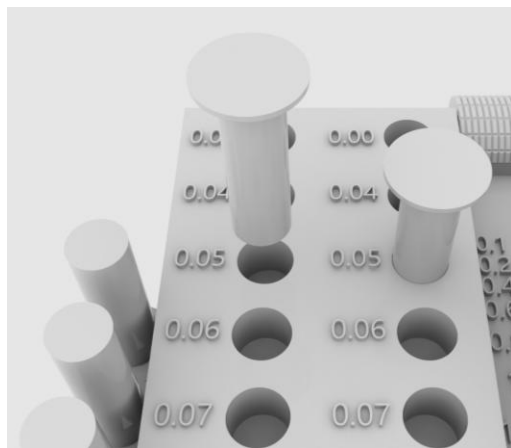


Size Tolerance, X-Y plane

最小尺寸公差

此項指標為平行於XY平面上的孔洞與立柱接合之最小尺寸公差。

建議公差： $\geq 0.2 \text{ mm}$

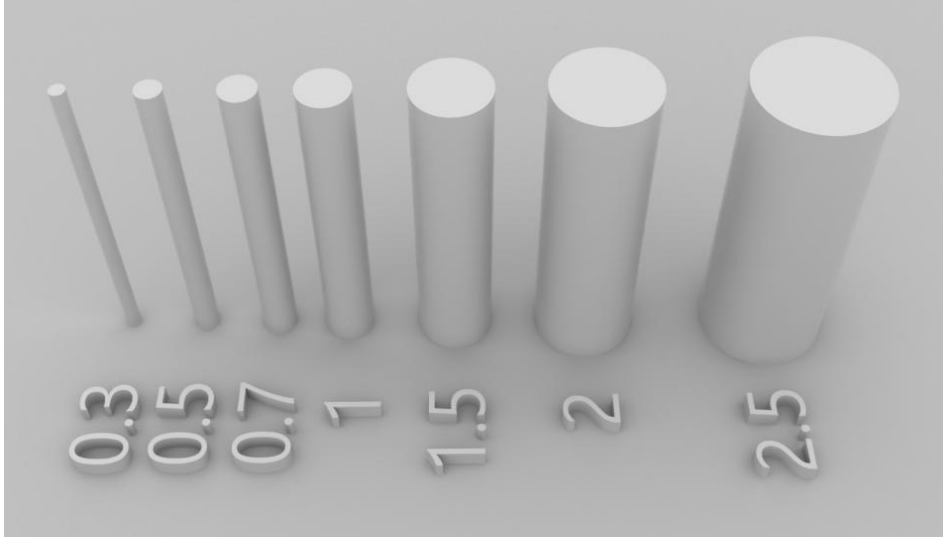


Minimum Pin Diameter

最小立柱直徑

此項指標為細根及支撐能獨立印出且無彎曲、斷裂現象之最小立柱直徑。

建議直徑： $\geq 0.3\text{ mm}$

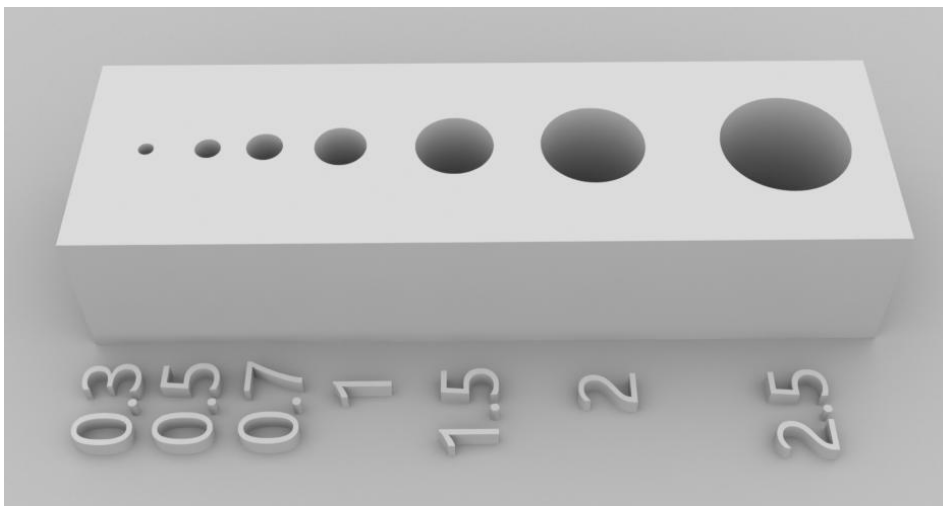


Minimum Hole Diameter, X-Y plane

最小孔洞直徑

此項指標為平行於XY平面列印前提下能完整印出之最小孔洞直徑。

建議直徑： $\geq 1\text{ mm}$



Minimum Embossed Detail Width, X-Y plane

最小浮雕細節寬度

此項指標為可完整列印浮雕細節之最低線條寬度

建議寬度： ≥ 0.06 mm

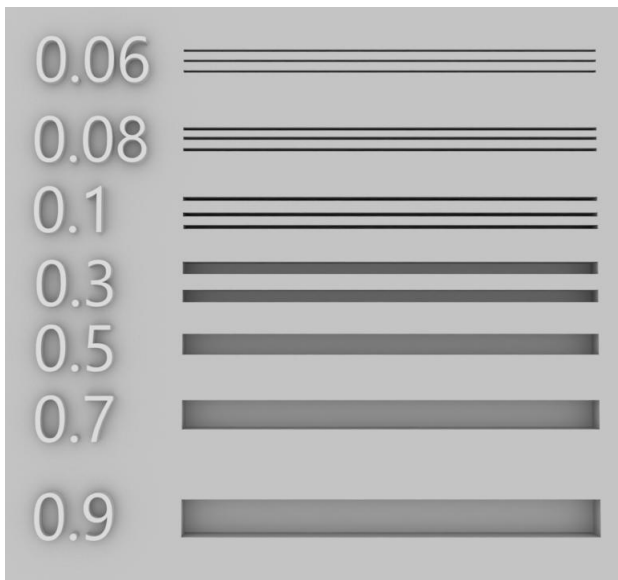


Minimum Engraved Detail Width, X-Y plane

最小雕刻細節寬度

此項指標為可完整列印雕刻細節之最低線條寬度

建議寬度： ≥ 0.08 mm



Maximum Horizontal Bridge Span

最大水平跨橋寬度

此項指標為在兩側有支撐壁前提下能印出不變形懸空模型之支撐壁間最大寬度。

建議寬度： $\leq 6\text{ mm}$



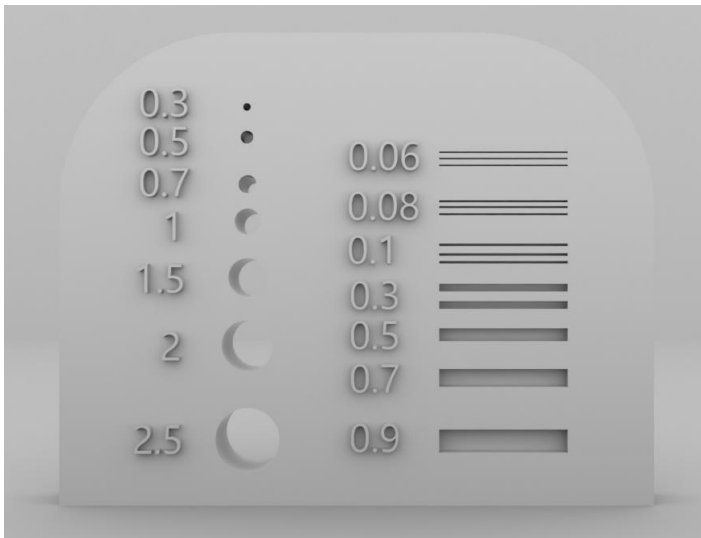
Minimum Hole Diameter and Engraved Detail Width, Z-axis, at 0.05mm layer height

Z軸最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度 (0.05mm層高)

此項指標為在層厚為0.05mm時Z軸上可完整印出之最小孔洞直徑及最小雕刻凹槽寬度

建議直徑： $\geq 0.7\text{ mm}$

建議寬度： $\geq 0.06\text{ mm}$



Block shrinkage test, at 0.05mm layer height

方塊收縮率測試 (0.05mm層高)

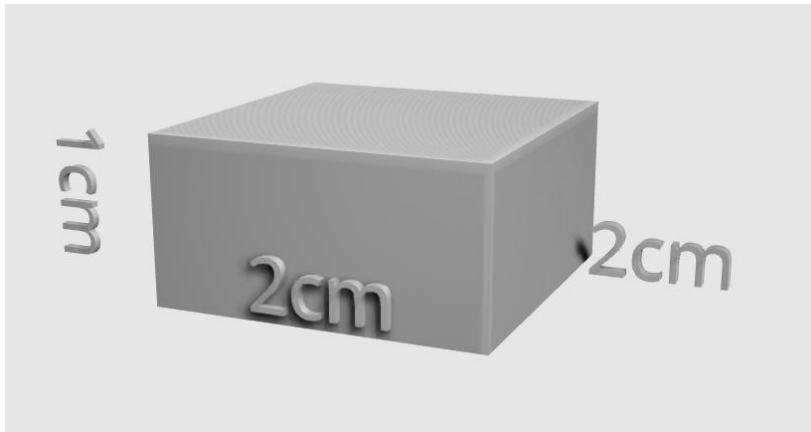
此項指標為平行於XY平面列印2x2x1cm的方塊,固化後以游標卡尺量測的變形量以計算收縮率。

(此測試結果僅供參考, 不同機台不同模型可能會有差異)

計算方式: $[(\text{固化後尺寸}-\text{原始尺寸})/\text{原始尺寸}]\times 100\%$

X軸建議收縮率: 0.9%

Y軸建議收縮率: 0.95%



Section 4

射出成型建議

模具設計

模具尺寸建議不超過100 x 100 mm, 層厚建議不超過50um。

在垂直壁面上,對非晶材料至少需設計 2°–3° 的脫模斜度、半結晶材料則需設計 3°–5° 的脫模斜度,以便於順利脫模。

列印

模具建議依據不同的造型設計水平或垂直列印, 如果模具有孔洞造型,建議水平擺放並架支撐列印, 以確保樹脂得以流通。

後處理



此材料在未固化前非常敏感,請盡量縮短列印、清洗、UV二固化及最後熱固化的間隔時間。

進行額外熱處理可以提升材料的熱變形溫度, 也會使列印件顏色變得更白。

詳細操作請看上方第七頁。

模具加工



射出成型

建議初始填充率從70%開始, 過程中模具逐漸加熱至適當溫度,在施加全部載荷力之前進行平衡, 包含閉合力、鎖定力、注射壓力等,同時也要注意避免過度成型。

射出成型製程參數

以下數據僅供參考，需考慮材料製造商提供的說明與評估射出成型設備的不同而調整之。

依據	螺桿直徑 30mm	PP GF30	ABS	PA6.6 GF25	POM	PC
速度	周向速度 (mm/s)	250	250	250	250	250
	螺桿進料速率(cm ³ /s)	30	30	30	30	30
行程	切換至保壓的轉換點 (cm ³)	7.0	5.5	11.3	7.3	7.7
	計量行程 (cm ³)	28	28	30	30	30
	熔膠墊量【料墊】 (cm ³)	3.1	2.1	5.6	6.2	6.1
時間	循環時間 (s)	138	160	90	110	169
	射出時間 (s)	1.06	1.12	1.2	1.1	1.1
	保壓時間 (s)	6	7	6	6	5
	餘冷時間(s) (模內 + 氣壓冷卻)	60 + 60	80 + 60	40 + 35	60 + 35	90 + 65
	計量時間 (s)	4.4	4.1	5.9	3.9	4.2
壓力	射出壓力 (bar)	530	600	670	920	830
	保壓壓力 (bar)	190	200	130	200	200
	背壓 (bar)	60	60	60	60	60
溫度	進料區溫度 (°C)	30	30	60	30	70
	料筒溫度 1 (°C)	200	210	245	170	270
	料筒溫度 2 (°C)	210	220	255	180	280
	料筒溫度 3 (°C)	220	230	265	190	290
	噴嘴溫度(°C)	220	230	290	190	290
	控溫機（噴嘴側）溫度 (°C)	30	30	90	60	60
	控溫機（頂出側）溫度 (°C)	30	30	90	60	60
力	鎖模力 (kN)	300	300	300	300	300
乾燥	乾燥時間 (h)	-	4-6	4-6	4-6	4-6
	乾燥溫度(°C)	-	80	80	80	120

射出成型脫模

建議使用矽油或是濕式無矽脫模劑,射出期間須持續補充脫模劑,以避免脫模失敗。

- ◆ 濕式無矽脫模劑:建議射出5-15次時需補充脫模劑
- ◆ 矽油: 建議射出15-25次時需補充脫模劑

※ 注意:含矽成分可能轉移至射出成品上, 成品需進行清洗去油後再進行後續加工作業。

Section 5

常見問題及注意事項

1. 為什麼固化後的列印件表面出現裂痕?

可能是曝光不足或是使用不同清洗液(EX酒精)做清洗, 拉高曝光秒數並使用IPA清洗, 盡可能縮短各環節間隔時間,即可改善。

2. 為什麼固化前後與熱固化後的列印件顏色不同?

其中與陶瓷材料有關, 列印後二固化前後的結構排列會使反射光的顏色顯現不同, 經熱固化後結構更加緊密結實, 也會使列印件表面反射光再次發生改變, 正常情況下經熱固化後會使物件更白。

3. 此材料對於環境光更敏感,請務必減少暴露在環境光下的時間,列印時務必蓋上遮光罩。

4. 此材料陶瓷含量高, 列印件若有出粉的狀況,建議於UV二固化後進行額外的熱固化,若仍有粉末,可以以蒸餾水做表面清洗即可改善。(注意:清洗後須盡速乾燥列印件)