

Passive cooling paint sweats off heat to deliver 30% energy savings

■ A new cement-based paint is able to cool down the building by sweating off the heat from the surface. The cooling paint, named CCP-30, was developed by an international team of researchers from the Nanyang Technological University and features a nanoparticle-modified porous structure composed of a calcium silicate hydrate (C-S-H) gel network.

To develop this new paint, the researchers turned to two main inspirations: cement and sweat. The construction material can absorb an immense amount of liquid, while sweating is the body's primary method to leverage evaporation's passive cooling effects.

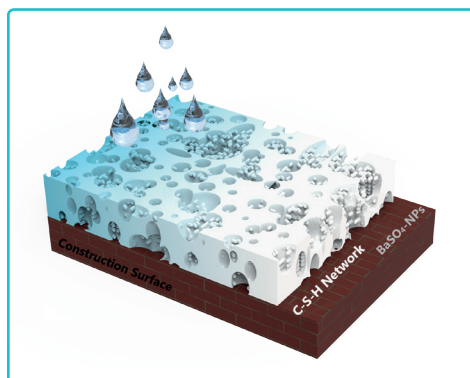
Engineers started with a white gel primarily composed of calcium silicate hydrate that they then modified at a nanoscopic level to be more porous. They then slathered a small model home in their paint and compared its cooling ability to another pair of houses: one coated in standard exterior paint, and another in a commercially available paint that relies on radiative cooling. Once set up, the buildings were left exposed to Singapore's elements for two years.

The design enabled it to achieve superior cooling by combining both radiative, evaporative and reflective cooling mechanisms, which allowed it to reflect 88–92% of sunlight, emit 95% of the heat as infrared radiation, and hold about 30% of its weight in water, making it a paint ideal for keeping spaces cool throughout the day and across seasons.

As per the findings published in *Science*, the paint provides 10 times the cooling power of commercial cooling paints in tropical climates, resulting in electricity savings of 30 to 40%. Jipeng Fei stated: "Integrating radiative and evaporative cooling shows promise

for enhancing passive cooling, but durable self-curing integrated cooling paints remain underdeveloped. We designed a modified cementitious structure with advanced thermal-optical and mass transfer properties, boosting cooling power while ensuring durability, mechanical strength, and broad adhesion. The paint achieves 88 to 92% solar reflectance (depending on wetting), 95% atmospheric window emittance, ~30% water retention, and self-replenishing properties, maintaining stable optical performance even when wet. Field tests in tropical Singapore demonstrated superior cooling performance compared with commercial white paints".

Pilot-scale demonstrations highlighted consistent electricity savings under varying weather conditions, supported by theoretical modeling. By leveraging sustainable water evaporation and thermal radiation, this paint offers a practical and long-term solution for mitigating the urban heat island effect.



La pittura con passive cooling dissipa il calore consentendo un risparmio di energia del 30%

■ Una nuova pittura a base di cemento può rinfrescare l'edificio dissipando il calore sulla superficie. La pittura rinfrescante, denominata CCP-30, è stata sviluppata da un team internazionale di ricercatori della Nanyang Technological University e si caratterizza per avere una struttura porosa costituita da un reticolo gel di silicato di calcio idrato (C-S-H).

Per mettere a punto questa nuova pittura, i ricercatori si sono ispirati a due idee: il cemento e il sudore. Il materiale da costruzione può assorbire una grande quantità di liquido, mentre la sudorazione è la principale modalità del corpo di far leva sugli effetti di raffreddamento passivo dell'evaporazione.

Gli ingegneri hanno iniziato con un gel bianco composto principalmente da silicato di calcio idrato che hanno poi modificato a livello nanoscopico per essere

più poroso, e che hanno poi applicato in un campione di pittura comparandone poi l'abilità rinfrescante all'interno della casa con altri 2 edifici: uno rivestito con una pittura per esterni standard e un altro con una pittura disponibile in commercio che si basa sul principio del raffreddamento radiativo. Una volta preparati, gli edifici sono stati esposti agli elementi atmosferici di Singapore per due anni.

In questo modo si è ottenuto un raffreddamento superiore associando i meccanismi di raffreddamento radiativo, per evaporazione e riflettente, che ha permesso di riflettere l'88-92% della luce del sole, rilasciando il 95% del calore come radiazione degli infrarossi e mantenendo circa il 30% del suo peso in acqua, in modo

da rendere questa pittura ideale per ottenere una temperatura accettabile negli spazi per tutto il giorno e in tutte le stagioni.

Per quanto riguarda i dati di ricerca pubblicati in *Science*, la pittura offre un effetto rinfrescante 10 volte superiore a quello delle pitture rinfrescanti in commercio in climi tropicali, dando come risultato un risparmio di elettricità del 30 - 40%.

Jipeng Fei ha affermato al riguardo: "L'integrazione del raffreddamento radiativo e per evaporazione è una buona premessa per potenziare il raffreddamento passivo, ma le pitture rinfrescanti integrate durevoli nel tempo e autoreticolanti non sono ancora state sviluppate in modo adeguato. Noi abbiamo

sviluppato una struttura cementizia modificata dotata di proprietà termo-ottiche e di trasferimento di massa avanzate, intensificando il potere rinfrescante e garantendo la durabilità, la tenacità meccanica e l'ampia adesione. La pittura raggiunge dall'88 al 92% di riflettanza solare (in base alla bagnabilità), il 95% di emittanza atmosferica, ~30% di ritenzione idrica e proprietà di autoriempimento, conservando la prestazione ottica anche in presenza di umidità. I test sul campo nella Singapore tropicale hanno dimostrato una prestazione di raffreddamento superiore rispetto alle pitture bianche in commercio".

Le dimostrazioni su scala pilota hanno messo in luce i considerevoli risparmi di elettricità in condizioni meteorologiche variabili, con il supporto della modellizzazione teorica. Facendo leva sull'evaporazione dell'acqua sostenibile e sulla radiazione termica, questa pittura offre una soluzione pratica e a lungo termine per mitigare l'effetto dell'isola di calore urbana.