



# 退火演算法、量子退火機 與通用量子電腦簡介

作者：施佳妍、卓建宏

作者簡介

施佳妍是臺北市立第一女子高級中學學生，卓建宏是臺灣大學物理系博士班學生。



量子力學令即使是它的開創者們都驚奇不已。

公元 1900 年，普朗克（Max Planck，1858 ~ 1947）以能階量子化的假設，成功推導出與實驗吻合的黑體輻射公式，標示了量子論的誕生。量子力學的發展徹底改變了人們對自然現象的認知，成為探索微觀尺度下科學奧秘的鑰匙。這項發生在二十世紀初的重大理論發展被稱為第一次量子革命，對次原子尺度現象的了解促進了科技的快速發展，我們所熟知的雷射、原子鐘、磁共振造影（magnetic resonance imaging）、電晶體等，皆是由此而來。

然而這只應用了科學進展的一部份。隨著製程微縮與技術的突破，科技界正從對自然現象的詮釋和利用，設法跨越到能夠操縱量子系統，使其符合應

用需求的境界。這就是此刻正在上演的第二次量子革命，預計在通訊、量測、計算等領域會帶來巨大影響。其中量子計算初步能夠實現的是量子退火機，長期技術願景則是製造出可編程的通用量子計算機。本文針對退火方法與不同量子計算機的實現進行概述。

量子退火機與一般稱為「量子電腦」的通用型量子計算機都使用到量子位元的概念。如同傳統位元，量子位元也有 0 與 1，兩種狀態分別以  $|0\rangle$ 、 $|1\rangle$  描述。不同的是傳統位元只能落在  $|0\rangle$  或  $|1\rangle$  上，而量子位元的值可以是  $|0\rangle$  或  $|1\rangle$  的任意疊加  $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ 。在計算過程中，此一特性加上量子位

—— 本文章的完成需感謝臺大物理系張慶瑞教授的協助與指導，特此致謝。 ——