



應用奈米碳管 於精修放電加工之研究

CNTs-suspension dielectric fluid for finishing EDM

麥朝創

工研院機械所
智慧機械技術組
數值控制部
經理

賀陳弘

國立清華大學
動力機械工程系
清華講座教授

鄭志平

工研院機械所
智慧機械技術組
數值控制部

關鍵詞(Keywords)

- 放電加工 Electrical discharge machining (EDM)
- 奈米碳管 Carbon Nanotube (CNT)
- 表面改質 Surface Modification
- 鏡面加工 Mirroring Surface Finish
- 加工時間 Machining Time

摘要(Abstract)

放電加工已廣泛地應用於加工硬金屬材料，然而，經由放電加工後的表面常有一些缺陷如重鑄層及微裂縫。過去的研究顯示，放電加工中添加導電粉末可以產生放電分散的效果，得到較佳

的表面粗糙度及提升修細加工的效率。但以矽、鋁或鉻等粉末添加進行加工時，因比重高，流動性差易沉澱，不易均勻分散至加工液中，造成加工效果有時不如預期。奈米碳管具備比重輕、圓柱狀及奈米尺寸等性質，流動性佳，容易漂浮於加工液中。

本文於混合的介電液中添加界面活性劑，以進一步提升奈米碳管在加工液中分散性。當放電加工液中添加奈米碳管重量濃度為 0.4 g/l 時，精加工後表面粗度可以達到 Ra 0.09 μm ，而加工時間僅需 1.2 小時，同時加工表面的微裂縫及缺陷也大幅減少。採用的修細放電參數為電極接負極性、電流 1 A、脈衝時間 2 μs 、開路電壓 280 V、極間電壓 70 V。相較於傳統放電加工，本技術在加工表面粗度上改善了 70%，而在加工時間上也縮短了 66%。未來，可以期待奈米碳管將應用於在許多放電加工製程上。



Electrical discharge machining (EDM) is widely used to machine hard materials in industry. The machined work-piece surface after EDM process often shows defects, such as recast layer and micro cracks. In the past, the powder-mixed dielectric electrical discharge machining (PMD-EDM) has been used to improve the quality of machined surface. Silicon, aluminum and chrome powders are used in the PMD-EDM process. When using these particles, however, flushing of the controlled gap between the electrode and work-piece becomes a critical issue due to the heavy specific gravity of these materials and non-uniform dispersion in the dielectric. Carbon Nanotube (CNT) possesses light specific gravity and allows itself to float in the dielectric at all times, resulting in uniform dispersion throughout the entire cavity to be machined by EDM.

In the current study, the dielectric fluid was added with surfactant to help the dispersion of CNT powders. Then the effect of CNT powders added to the dielectric on the surface integrity of the work-piece after EDM and the machining efficiency were investigated. When The CNTs were added to the dielectric at a concentration of 0.4 g/l, the average surface roughness of 0.09 μ m was achieved within 1.2 hours, and the material defects of the recast layer and the micro cracks were considerably reduced. The adopted processing parameters were a negative electrode polarity, a discharge current of 1A, a pulse duration of 2 μ s, an open-circuit voltage of

280V and gap voltage of 70V and CNT concentration of 0.4g/L. In use of the currently proposed technology, both the surface roughness of the work-piece and machining efficiency were improved by 70% and 66%, respectively. It is expected that carbon nanotubes will be used in many EDM applications in the future.

1. 前言

放電加工是最廣泛使用的非傳統性加工法之一，其優點最主要係不受材料機械性質的影響，特別是對高硬脆、高強度等難加工材料，皆能利用其電極與工件在微小極間所產生的高溫現象，使材料產生蒸發、熔融而達到材料去除的目的。另外由於放電加工過程中，工件與工具電極並未實質接觸，工件並未承受機械應力，而且也沒有振動、顫動(Chatter)之問題，加工後的形狀精度頗高，所以被廣泛應用於模具、汽車、航太、生醫零件的製造。

放電加工法(Electrical Discharge Machining, EDM)的發展歷程可回溯至 1770 年由英國化學家 Joseph Priestly 首先發現放電腐蝕(Erosive)現象，但一直到 1940 年由前蘇聯 B.R.和 Lazarenko 研究電觸點腐蝕才有進一步推展。他們研究發現當觸點被流動的油所包圍時的腐蝕率要比觸點暴露在空氣中來得大；他們的試驗引導了更進一步的研究，並指出難加工金屬材料可以由放電加以成型，同時 Lazarenkos 在 1943 年建立了電阻-電容放電加工電路系統，奠定往後放電加工機發展的

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】360期・102年3月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw