

# 液晶面板產業機器人安全設計與危害分析探討

李益昇、謝其源

E-mail: 9501010@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

中文摘要 機器人在歐美各大國早已被列為危險機器，且訂出明確之規範，國內雖有相關規定，卻缺乏對於機器人安全防護設計及認證程序。因此，無法提供正確之防護方法，使用者未受到法令直接保護而暴露於危險環境中。本研究以提供國內擬定機器人專用安全法規，提升國內液晶面板製造產業之工業安全。收集與分析國際上對機器人的安全規範要求及認證程序的相關資料。運用國內液晶面板製造產業機器人的使用現況調查，擷取安全距離、安全迴路設計及人因工程學的相關法則，擬定出國內液晶面板產業機器人的安全要求與安全檢核方式，提高從業人員操作時之人身安全，以期將研究之結果對我國液晶面板製造產業機器人之學術研究、科技發展、及產業應用，提供良好之基礎。

關鍵詞：液晶面板顯示器；機器人；危險分析；機械傷害

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
.....iv 英文摘要.....	v
.....vi 目錄.....	vii
.....x 表目錄.....	xiii
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 研究動機.....	1
1.3 研究目的.....	2
1.4 研究範圍.....	2
1.5 研究架構.....	3
1.6 技術報告架構.....	4
第二章 文獻探討.....	6
2.1 安全觀念與法規.....	6
2.1.1 國內外對機械安全之要.....	6
2.1.2 國內外機器人相關安全法規與標準.....	8
2.1.2.1 國內機器人.....	8
2.1.2.2 歐、美、日法規與標準.....	9
2.2 職業災害與機械安全.....	14
2.2.1 職業災害統計分析.....	14
2.2.2 機械人造成的職災與危害.....	16
2.2.3 機械人造成傷害之原因.....	17
2.3 機器人簡介.....	20
2.3.1 機器人之組成.....	20
2.3.2 機器人機構之分類.....	22
2.3.3 機器人致動原理與界面.....	22
2.4 機器人安全保護空間.....	23
2.4.1 機器人空間定義.....	23
2.4.2 安全保護裝置.....	25
2.5 機器人電氣安全設計.....	27
2.5.1 緊急關機(EMO)與緊急停止(EMS).....	27
2.5.2 IEC 60204-1之停止種類.....	27
2.5.3 正向模式與負向模式.....	28
2.5.4 A接點與B接點.....	28
2.5.5 安全確認型與危險檢出型.....	29
2.5.6 控制迴路種類.....	30
2.6 人體接近速度的保護設備位置.....	35
2.6.1 相關定義.....	35
2.6.2 計算最小距離的一般公式.....	37
2.6.3 針對電氣敏感保護設備作為主動式光電保護裝置時的最小距離計算.....	37
2.6.3.1 接近的方向正向於偵測區域.....	40
2.6.3.2 接近的方向平行於偵測區域.....	43
2.6.3.3 接近的方向與偵測區域夾一角度.....	44
2.6.3.4 雙重位置設備.....	45
2.6.4 地面觸發裝置的最小距離計算方法.....	46
2.6.4.1 一般方法.....	46
2.6.4.2 架設於地板.....	47
2.6.4.3 架設於台階.....	47
2.6.5 雙手控制裝置.....	47
2.7 安全保護距離.....	48
2.8 危險分析名詞定義.....	53
第三章 研究設計.....	55
3.1 危險分析EN1050製作.....	55
3.1.1 危險分析(Hazard Analysis).....	55
3.1.2 風險評估(Risk Evaluation).....	57
3.1.3 危險、危險狀況及危險事件.....	59
3.1.4 危險分析表.....	63
3.1.5 機器人危險分析表.....	63
3.2 液晶面板製造廠機器人業界使用危害現況.....	74
3.2.1 訪視調查表.....	74
3.2.2 調查項目與其重要性和危險性的關係.....	79
第四章 結果與討論.....	80
4.1 樣本調查與結果.....	80
4.1.1 調查樣本.....	80
4.1.2 調查結果.....	80
4.2 結果分析與討論.....	86
4.3 本土液晶面板產業機器人安全設計與測試.....	89
4.3.1 安全迴路設計(Safety control circuit).....	89
4.3.1.1 安全控制迴路種類B (Category B).....	89
4.3.1.2 安全控制迴路種類1 (Category 1).....	90
4.3.1.3 安全控制迴路種類2 (Category 2).....	91
4.3.1.4 安全控制迴路種類3 (Category 3).....	95
4.3.1.5 安全控制迴路種類4 (Category 4).....	96
4.3.2 液晶面板產業機器人電氣安全測試流程及方法建立.....	97
4.3.3 保護設備位置之安全距離計算.....	110
第五章 結論與建議.....	114
5.1 結論.....	114
5.2 建議.....	116
參考文獻.....	117

## 參考文獻

參考文獻 [1] 工業用機器人危害預防標準，第二條，內政部七十六年一月十九日。

- [2] 張銘坤等，工廠自動化安全系統分析研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所季刊，第三卷第三期，台北，p.88，1995.10。
- [3] EN 775:Manipulating Industrial Robots-Safety,1992。
- [4] 勞工安全衛生研究所( <http://www.iosh.gov.tw> )，機器人相關安全法規與標準探討。
- [5] 李幸玲，液晶面板製造廠機械傷害職災分析及其安全改善對策探討，國立高雄第一科技大學環境與安全衛生工程研究所碩士論文，p.08~ p.10，九十三年六月。
- [6] 行政院勞工委員會，九十一年職業災害統計製造業災害類型分析，91年勞動檢查年報，台北。
- [7] 行政院勞委會，八十七年，年職業災害統計製造業受傷部位，87年勞動檢查年報，台北。
- [8] 林永芬，TFT-LCD廠九十年一月~九十年七月職業災害種類及分佈，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所季刊，台北，p7，2002。
- [9] 張銘坤等，工廠自動化安全系統分析研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所季刊，第三卷第三期，台北，p.88，1995.10。
- [10] Carlsson, J., " Robot Accidents in Sweden, " in Robot Safety, M.C. Bonney ,Y.F. Yong eds, IFS Publications, U.K.,1985.
- [11] NIOSH Summary Report., " Fatal Accident Summary Report: Die Cast Operator Pinned by Robot, " Division of Safety research, Morgantown, West Virginia: 84-020,1984.
- [12] Sanderson,L.M.,Collins,J.W.,McGlothlin,J.D., " Robot - related Fatality Involving a U.S., Manufacturing Plant Employee: Case Report and Recommendations, " J. of Occupational Accidents, 8:13- 23, 1986.
- [13] Nicolaisen, P., Ways of Improving Industrial Robots, " in Proc. of the 3rd Int ' l Conf. on Human Factors in Manufacturing: 263- 275, 1986.
- [14] 半導體業安全衛生實務指南，經濟部工業局，p.55 ~ p.56，1997.06。
- [15] 半導體業安全衛生實務指南，經濟部工業局，p.53，1997. 06。
- [16] 張銘坤等，工廠自動化安全系統分析研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所季刊，第三卷第三期，台北，p.91，1995。
- [17] ISO 8373:「工業用機器人操作詞彙」，1994。
- [18] 勞工安全衛生研究所( <http://www.iosh.gov.tw> )，機器人簡介。
- [19] 勞工安全衛生研究所( <http://www.iosh.gov.tw> )，機器人致動原理與界面。
- [20] ISO 10218:Robots for industrial environments- Safety requirements, Annex B., 2004.
- [21] ANSI/RIA 15.06,For Industrial Robots and Robot Systems - Safety Requirements, p.50, 1999, [22] EN 775: " Manipulating Industrial Robots - Safety " , Section 7.3,1992.
- [23] EN 775: " Manipulating Industrial Robots - Safety " , Annex A, 1992.
- [24] IEC 60204-1/ED.5.0: " Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 1: General Requirements " , 2003.
- [25] 李益昇，工業產品安全迴路設計與驗證實務研討會講義，財團法人精密機械研究發展中心，p.8，94年9月15日。
- [26] EN 954-1: " Safety of Machinery - Safety Related Parts of Control Systems Part 1: General Principles for Design " , 1999.
- [27] BS EN 999: " Safety of Machinery – The Positioning of Protective Equipment in Respect of Approach Speeds of Parts of the Human Body " , 1999.
- [28] BS EN 61496-1: " Safety of Machinery – Electro - Sensitive Protective Equipment – Part 1: General Requirements and Tests " , 1998.
- [29] 張一苓，" 人因工程學 "，揚智文化，民國86年。
- [30] EN 294: " Safety of Machinery - Safety Distances to Prevent Danger Zones Being Reached by the Upper Limbs " , 1992.
- [31] EN 1050: " safety of machinery : principles for risk assessment " , 1996, [32] EN ISO 12100-1:Safety of Machinery – Basic Concepts, General Principles for Design – Part 1: Basic Terminology, Methodology, 2003.
- [33] EN ISO 12100-2:Safety of Machinery – Basic Concepts, General Principles for Design – Part 2:Technical Principles, 2003.
- [34] SEMI S9:Safety Guideline for Electrical Design Verification Tests for Semiconductor Manufacturing Equipment (SEMI S9-1101)