

# The Safety Design and Risk Assessment of TFT-LCD Industry Robots

李益昇、謝其源

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

## ABSTRACT

ABSTRACT Robots have been classified as one of the dangerous machines in most of the European and American countries. There also been defined a set of rules to regulate the usage of robots. There also are some related rules, but no enough domestic safe design and certificated procedure for the robots. The operators have been involved in hazards because of the lack of protection protocols. The study will provide robot safety and improve the safety standards of the domestic TFT-LCD industry. In the study, the related data about international robot safety and certificated procedure are researched and analyzed. The current usage status of TFT-LCD industry robots in our country were researched and analyzed as well. To examine the usage status of TFT-LCD industry robots adopt safe rules with safe distance, safe circuit design and ergonomic in order to draw up the safe assessment and safe list of domestic robot field. The safe requirements and assessment for TFT-LCD robots were defined to improve the safety of the robot operators. The conclusion will provide domestic industry a good foundation for academic research, technology advanced and industrial application in TFT-LCD robots.

Keywords : TFT-LCD ; Robot ; Risk assessment ; Mechanical Injury

## Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iii
.....iv 英文摘要.....	iv	v 誌謝.....	v
.....vi 目錄.....	vi	vii 圖目錄.....	vii
.....x 表目錄.....	x	xiii 第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1	1.1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	1	1.3 研究範圍.....	2
1.3 研究動機.....	1	1.4 研究範圍.....	2
1.4 研究目的.....	2	1.5 研究架構.....	3
1.5 研究範圍.....	2	1.6 技術報告架構.....	4
1.6 研究動機.....	1	第二章 文獻探討.....	6
1.7 研究目的.....	1	2.1 安全觀念與法規.....	6
1.8 研究範圍.....	2	2.1.1 國內外對機械安全之要.....	6
1.9 研究動機.....	1	2.1.2 國內外機器人相關安全法規與標準.....	8
1.10 研究目的.....	1	2.1.2.1 國內機器人.....	8
1.11 研究範圍.....	2	2.1.2.2 歐、美、日法規與標準.....	9
1.12 研究動機.....	1	2.2 職業災害與機械安全.....	14
1.13 研究目的.....	1	2.2.1 職業災害統計分析.....	14
1.14 研究範圍.....	2	2.2.2 機械人造成的職災與危害.....	16
1.15 研究動機.....	1	2.2.3 機械人造成傷害之原因.....	17
1.16 研究目的.....	1	2.3 機器人簡介.....	20
1.17 研究範圍.....	2	2.3.1 機器人之組成.....	20
1.18 研究動機.....	1	2.3.2 機器人機構之分類.....	22
1.19 研究目的.....	1	2.3.3 機器人致動原理與界面.....	22
1.20 研究範圍.....	2	2.4 機器人安全保護空間.....	23
1.21 研究動機.....	1	2.4.1 機器人空間定義.....	23
1.22 研究目的.....	1	2.4.2 安全保護裝置.....	25
1.23 研究範圍.....	2	2.5 機器人電氣安全設計.....	27
1.24 研究動機.....	1	2.5.1 緊急關機(EMO)與緊急停止(EMS).....	27
1.25 研究目的.....	1	2.5.2 IEC 60204-1之停止種類.....	27
1.26 研究範圍.....	2	2.5.3 正向模式與負向模式.....	28
1.27 研究動機.....	1	2.5.4 A接點與B接點.....	28
1.28 研究目的.....	1	2.5.5 安全確認型與危險檢出型.....	29
1.29 研究範圍.....	2	2.5.6 控制迴路種類.....	30
1.30 研究動機.....	1	2.6 人體接近速度的保護設備位置.....	35
1.31 研究目的.....	1	2.6.1 相關定義.....	35
1.32 研究範圍.....	2	2.6.2 計算最小距離的一般公式.....	37
1.33 研究動機.....	1	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
1.34 研究目的.....	1	2.6.3.1 接近的方向正向於偵測區域.....	40
1.35 研究範圍.....	2	2.6.3.2 接近的方向平行於偵測區域.....	43
1.36 研究動機.....	1	2.6.3.3 接近的方向與偵測區域夾一角度.....	44
1.37 研究目的.....	1	2.6.3.4 雙重位置設備.....	45
1.38 研究範圍.....	2	2.6.4 地面觸發裝置的最小距離計算方法.....	46
1.39 研究動機.....	1	2.6.4.1 一般方法.....	46
1.40 研究目的.....	1	2.6.4.2 架設於地板.....	47
1.41 研究範圍.....	2	2.6.4.3 架設於台階.....	47
1.42 研究動機.....	1	2.6.5 雙手控制裝置.....	47
1.43 研究目的.....	1	2.7 安全保護距離.....	48
1.44 研究範圍.....	2	2.8 危險分析名詞定義.....	53
1.45 研究動機.....	1	第三章 研究設計.....	53
1.46 研究目的.....	1	3.1 危險分析EN1050製作.....	55
1.47 研究範圍.....	2	3.1.1 危險分析(Hazard Analysis).....	55
1.48 研究動機.....	1	3.1.2 風險評估 (Risk Evaluation).....	57
1.49 研究目的.....	1	3.1.3 危險、危險狀況及危險事件.....	59
1.50 研究範圍.....	2	3.1.4 危險分析表.....	63
1.51 研究動機.....	1	3.1.5 機器人危險分析表.....	63
1.52 研究目的.....	1	3.2 液晶面板製造廠機器人業界使用危害現況.....	74
1.53 研究範圍.....	2	3.2.1 訪視調查表.....	74
1.54 研究動機.....	1	3.2.2 調查項目與其重要性和危險性的關係.....	79
1.55 研究目的.....	1	第四章 結果與討論.....	80
1.56 研究範圍.....	2	4.1 樣本調查與結果.....	80
1.57 研究動機.....	1	4.1.1 調查樣本.....	80
1.58 研究目的.....	1	4.1.2 調查結果.....	80
1.59 研究範圍.....	2	4.2 結果分析與討論.....	86
1.60 研究動機.....	1	4.3 本土液晶面板產業機器人安全設計與測試.....	89
1.61 研究目的.....	1	4.3.1 安全迴路設計(Safety control circuit).....	89
1.62 研究範圍.....	2	4.3.1.1 安全控制迴路種類B (Category B).....	89
1.63 研究動機.....	1	4.3.1.2 安全控制迴路種類1 (Category 1).....	90
1.64 研究目的.....	1	4.3.1.3 安全控制迴路種類2 (Category 2).....	91
1.65 研究範圍.....	2	4.3.1.4 安全控制迴路種類3 (Category 3).....	95
1.66 研究動機.....	1	4.3.1.5 安全控制迴路種類4 (Category 4).....	96
1.67 研究目的.....	1	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
1.68 研究範圍.....	2	4.3.3 保護設備位置之安全距離計算.....	110
1.69 研究動機.....	1	第五章 結論與建議.....	114
1.70 研究目的.....	1	5.1 結論.....	114
1.71 研究範圍.....	2	5.2 建議.....	116
1.72 研究動機.....	1	參考文獻.....	117

## REFERENCES

- 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)