

2014 中華民國營建工程學會第十二屆營建工程與 永續能源研討會

大數據方法於施工查核缺失態樣分析之探討

張育皓(Yu-Hao Chang) 余文德 (Wen-Der Yu) 鄭紹材 (Zheng,Shao-Tsai)
中華大學營建管理學系 中華大學營建管理學系 中華大學營建管理學系

國科會計畫編號：MOST 103-2621-M-216 -004

摘要

施工查核為三級品管制度中工程主辦機關確保品質管理系統功能的重要機制，全國每年執行之公共採購標案有兩萬多案件，其中受查核之公共工程標案約三千件。過去執行之經驗發現，受查核標案之缺失態樣常有重複出現之情形。因此，如何找出工程缺失之態樣，並提出有效的改善策略，是提升工程品質的重要工作。由於工程查核缺失紀錄具有資料量龐大、內容性變異性高且累積速率快等「大數據」特徵，與傳統小樣本的統計分析課題具有相當高之差異。本研究以工程會公共工程標案管理系統所提供之施工查核缺失資料為對象，結合統計分析、文字探勘等方法，歸納查核案例之缺失態樣及導因，並依據分析結果研提具體改善策略，以利日後有效解決或降低目前施工查核常見缺失與發生率。

關鍵詞：公共工程、品質管理、施工查核、大數據、改善策略

Big Data Analysis of Defect Patterns from Public Project Audit Database

Abstract

Project auditing is a critical mechanism to ensure the effectiveness of the three-level quality management system (3L-QM) for public works. According to statistics, there are more than 20 thousands of public procurement projects annually. Among those, about 3000 projects will be audited. From previous records, the defective items of the audited projects repeats regularly. It's important to identify the defective patterns and propose effective improvement strategies. As the auditing records are huge in volume, diversified in property, and fast in accumulation velocity, they are different from the traditional "small-volume" statistical analysis problems. The present study integrated statistical analysis and text mining methods to identify the defect patterns of the

auditing records of the Public Works Management System (PWMS). Then, improvement strategies are proposed based on the identified patterns. The results will provide valuable information for managers of public construction works to improve the defects of their projects.

Keywords: Public works, Quality management, Construction audit, Big data, Improvement strategy.

一、前言

行政院於82年10月7日訂頒「公共工程施工品質管理制度」[1]，此制度以三級品管為架構，其中第三級單位所執行的施工查核制度，已為主管機關檢視本身暨所屬機關工程品質及確保品保系統功能的重要機制。依據工程會採購公報網(<http://www.taiwanbuying.com.tw/>)之統計資料，每年上網公告之公共採購標案超過兩萬件。另外，依據工程會之統計資料[2]，100年度全國共查核3,713件工程。若依據工程會所提供之「工程施工查核小組查核品質缺失扣點紀錄表」[3]，每一案件需記錄534筆條列式資料，另外尚需記錄非條列之質性缺失意見。因此，單由施工查核所產生之數據，每年高達數百萬筆資料。如此巨量之資料(High volume)，其內容因為包含量化及質性之記錄，且因為查核人員不同，導致所產生之資料變異性高(High variety)；且因為各施工查核單位每天都在進行工程成查核，其累積速率極為快速，因此又具有高速(High velocity)之特性。由此可知，工程施工查核資料符合3V (volume, variety, and velocity)之大數據(Big Data)特性[4]。過去執行之經驗發現，受查核標案之缺失態樣常有重複出現之情形，因此，如何找出工程缺失之態樣，並提出有效的改善策略，是改進工程品質的重要工作。然而施工查核資料的大數據特性，相對於傳統小樣本的統計分析課題具有相當之差異，因此有必要深入探討其分析方法，以發掘可供規劃改善策略參考之態樣。

面對大數據之挑戰，國際IT大廠如Google、Amazon、Microsoft及IBM等分別發展出大規模、分散式以及大量運算處理之技術；相較於傳統以前端應用系統結合後端的關聯式資料庫的處理方式，當資訊系統經年累月使用後，資料庫中漸隨著時間增為巨量資料，勢必造成面臨大量資料時花費較長時間運算與等待[5]。為發掘問題根本原因的癥結本研究針對某機關歷年來施工查核作業方式，以及施工查核缺失統計資料，透過科學性及系統性的分析方法，並依據分析結果研提具體改善策略，以利日後有效解決或降低目前施工查核常見缺失與發生率，促使承商提升管理制度與效率，工程施工查核之品質。

本研究範圍包括：(1) 既有三級品管制度之執行情形；(2) 既有施工查核作業分析；(3) 歷年施工查核缺失紀錄分析。本文之架構如下：第二節回顧主要相關文獻以作為本研究之基礎；第三節說明本研究所提之統計分析以及文字探勘等分析方法的執行步驟；第四節綜合歸納統計分析結果，並建立施工查核缺失特性要因分析及研擬缺失改善策略；最後依據實際運用驗證之結果，提出結論與建議。

二、文獻回顧

2.1 施工查核制度之回顧

我國公共工程品管制度發展，從民國79年經濟部中央標準局參照ISO 9000系列之品質管理及品質保證標準指導綱要，轉訂為中國國家標準CNS12680品質系統系列，此為目前三級品管制度的基礎[6]。民國91年5月，工程會修正採購法第七十條規定，以施工查核正式取代工程施工品質評鑑制度，成為三級品管中上級主管單位的品管機制。91年8月工程會[7,8]頒布「工程施工查核小組組織準則」及「工程施工查核小組作業辦法」，確立各機關辦理施工查核之法源依據。至94年1月工程會為提昇工程品質，簡化品質缺失扣罰規定，乃訂頒工程施工查核小組查核結果品質缺失懲罰性違約金機制，對於品質缺失採扣點方式辦理，並制定「工程施工查核小組查核品質缺失扣點紀錄表」及「查核委員紀錄表」，最新版本為102年12月所公布。施工查核兼具品質管制與品質保證之功能，且各機關也應用施工查核來確認所屬機關工程之執行成效，並據以督促專案管理、監造及施工廠商改進本身的品質管理機制。

2.2 大數據的重要性課題研究

所謂的大數據，通常具有以下的前三個特性：數量(volume)、多樣性(variety)、高速性(velocity)[9]。大數據爆炸式的資料增長，考驗著數據庫與分析技術及解決方案，使用傳統系統無法高效率地處理大數據所具有的動態資料庫和多變環境。預估2012至2016年間，巨量資料市場仍會呈現強勢成長的趨勢，市場規模年複合成長率將高達31.7%，至2016年總收益將會達到238億美元。各式數據顯示巨量資料將持續影響全球產業趨勢[10]。

2.3 數據品質研究

數據品質的優劣會影響到分析的結果。利用統計分析的方法，找出每步驟的估算值信賴區間，去除不合理的數據；而數據的變化性(variability)亦會影響評估的結果。在很多生命週期分析(LCA)作業中，數據品質的不確定性(uncertainty)可能來自量化的數據本身、模式模擬過程或是採用的評估方法三部分[11]。因此，再進行大數據分析時，亦應該考量此三個面向對於數據品質的影響。

三、以大數據分析施工查核資料統計方法

3.1 大數據分析施工查核方法說明

本研究採用兩種利用大數據分析方法分析施工查核案例資料，以發掘現有施工查核案例缺失之導因。其次，依據缺失發生之原因研擬改善策略，以降低類似缺失重複發生之機率。最後，研提工程施工查核資料蒐集改善方法，以提升工程施工品質查核資料之正確性及蒐集效率。為達此一目的，本研究透過工程會工程標案管理系統，蒐集某機關工程施工查核及複查缺失之統計資料，發掘施工查核缺失之態樣及意義；並依據查核缺失中發生件數較多、發生比例較高、缺失較嚴重之態樣，研提有效解決或降低發生率之具體可行改善措施。依據上述施工查核案

例分析項目，本文所提方法之分析工作包括：(1) 施工查核缺失案例蒐集；(2) 利用統計量化及內容質性分析；(3) 施工查核缺失特性要因分析及改善策略研擬。

3.2 施工查核缺失案例蒐集

本研究所蒐集之標案包括：(1)各年度受查標案缺失項目統計資料—透過工程會公共工程標案管理資訊系統查詢2007年第一季至2013年第三季間，某機關受查核之公共工程標案共1,124件，包含標案類型及缺失項目統計等資訊；(2) 施工查核缺失紀錄資料—透過工程會公共工程標案管理資訊系統查詢2012年第一季至2013年第二季間，工程主辦單位受查核之公共工程標案共227件，包含各受查標案之優點及缺失紀錄內容。

3.3 統計量化及內容質性分析

本研究所採用之第一種分析方法為統計量化分析法，其分析項目包括：樣本標案缺失項目之發生比例、各查核項目之缺失密度、缺失項目之詳細缺失態樣類型等。依據相關缺失發生頻率、缺失密度以及詳細缺失態樣，歸納出施工查核缺失發生的可能原因。

本研究所採用之第二種分析方法為內容質性分析法，其分析目的主要在於輔助前述統計量化分析之不足，因為統計量化分析僅能依據缺失查核紀錄表之項目進行統計，然而部分查核缺失並不易歸類至缺失查核紀錄表之現有項目中。從過去的紀錄發現，這些額外缺失項目會透過查核委員之書面文字，記載於各標案之優點及缺失紀錄中。然而查核委員之書面文字紀錄意見數量龐大，無法在有限時間內透過人工方式加以統計分析。因此，本研究採用資訊技術領域所發展出來的文字探勘方法，透過電腦系統進行斷詞及詞頻分析；再依據詞頻統計歸納出最常出現之優點與缺失態樣，並依據前述態樣推論出施工查核缺失改進之建議。

3.4 施工查核缺失特性要因分析及改善策略研擬

本研究最後依據以上的分析結果，建立施工查核缺失特性要因分析圖，並依據此一分析結果研擬施工查核缺失之改善策略。依據分析結果，本研究共歸納出四個面向，共計十個具體策略。並依據策略之特性對T部門所屬機關主辦工程標案之施工查核缺失，提出適合近期、短期及長期實施之方案。

四、實際運用研究

4.1 案例背景

為了說明第三節所提出的方法，本節以實際案例分析與驗證為對象，國內某公共工程機關每年所執行的工程標案為對象進行資料蒐集。該機關每年擬訂「工程施工查核作業工作計畫」，賡續辦理其工程施工查核作業，每年接受查核之工程案件超過一百件。然而該機關施工查核主辦單位發現查核結果所呈現的缺失態樣似乎有重複出現之情形，推論目前所採用之施工查核改善策略並無法確實改善既有的品質缺失問題，乃欲藉由大數據分析方法來研擬有效之改善措施。

為進行實際查核工程標案案例資料統計分析，本研究透過行政院公共工程委員會之「公共工程標案管理資訊系統」進行資料蒐集，包括96/01~102/09期間之：(1) 總標案及受查標案如表1及2；(2) 執行標案受查核缺失一覽表如圖1所示。

表1 某機關96/01~102/09期間執行標案統計資料

年度	工程類別		
	查核金額以上	1000 萬以上未達查核金額	未達 1000 萬
102/09	1408	2530	4397
101	1829	3843	6321
100	1804	4145	7129
99	1681	3953	8007
98	1427	3785	8415
97	981	2910	8075
96	1126	2804	7623
總標案數	10256	23970	49967

表2 某機關96/01~102/09期間受查標案統計資料

年	查核金額以上	1000 萬以上未達查核金額	未達 1000 萬	複查	合計
102	61	32	23	2	118
101	75	54	30	7	166
100	80	59	30	6	175
99	78	52	32	7	169
98	73	63	41	4	181
97	58	64	41	7	170
96	78	37	29	1	145
受查標案數	503	361	226	34	1124

執行之標案 受查核缺失一覽表							
查核期間：自102年01月01日至102年08月31日 查核總件數 96件							
項次	缺失編號	缺失內容	件數	比例	嚴重	中等	輕微
1	4.03.04	品管自主檢查表未落實執行或檢查標準未訂量化?	89	92.71%	2	7	80
2	4.02.03.04	有無抽查施工作业及抽驗材料設備，並填具抽查(驗)紀錄表或材料/設備管制總表，或判讀認可，或落實執行	83	86.46%	2	5	76
3	5.10.99	其他材料檢驗審查紀錄缺失	73	76.04%	0	0	73
4	4.02.01.05	未訂定各材料/設備及施工之品質管理標準或()未符合需求	68	70.83%	1	7	60
5	4.03.03	施工日誌未落實執行或未依規定制定格式	67	69.79%	0	0	67
6	4.03.02.04	未訂定各分項工程品質管理標準。	59	61.46%	0	6	53
7	4.01.99	其他主辦機關、專案管理廠商缺失	58	60.42%	0	0	58
8	4.02.03.08	有無填報監造報表或()未落實記載	58	60.42%	1	0	57
9	4.01.06	監造計畫無核定紀錄	56	58.33%	0	0	56
10	4.03.08.02	有無執行品質稽核，如查核自主檢查表之檢查項目、檢查結果是否詳實記錄等	55	57.29%	1	0	54
11	4.03.05	對材料檢(試)驗報告未予審查，或無材料檢(試)驗審查紀錄或無材料/設備管制總表，或()未符合工程需求	55	57.29%	0	2	53
12	5.14.01.01	於高差2公尺以上之工作場所邊緣及開口部分(如樓梯、電梯口、天井、管道間、構台、橋樑墩柱及橋面板等)，未設...	49	51.04%	0	5	44
13	5.14.99	其他違反勞工安全衛生相關法規情事	46	47.92%	0	1	45
14	5.14.04	承包商無勞安自動檢查紀錄或()不確實	45	46.88%	0	1	44
15	5.01.01	混凝土澆置、搗實不合規範，有冷縫、蜂窩或孔洞產生	45	46.88%	0	1	44
16	4.02.01.06	未訂定各材料/設備及施工之檢驗停留點或()未符合需求	43	44.79%	0	0	43

圖1 工程會標案管理資訊系統—執行之標案受查核缺失一覽表

4.2 缺失項目統計量化分析

依據3.3節之分析方法，首先依據前一節所蒐集之統計資料，依據查核及複查缺失之標案工程規模，區分查核金額以上(查核缺失為2,413次)、一千萬元以上未達查核金額(查核缺失為750次)、公告金額以上未達一千萬元(查核缺失為418次)之標案。統計查核缺失數量前10之項目，表3為前述三類不同工程規模之缺失數量分布與排序，其缺失數量前10排序中，約有88%再現性，顯示前10項缺失的態樣變化不大，如表4所示。

表3 某機關102年度前三季工程施工查核及複查缺失與工程規模之統計

工程施工查核(督導)小組(含所屬)工程施工查核及複查缺失前10名之統計								
項次	缺失編號	All: 119	查核金額以上		1000萬~5000萬		100萬~1000萬	
			件數(65)	比例(%)	件數(31)	比例(%)	件數(23)	比例(%)
1	4.03.04	109	63	57.8	28	25.7	18	16.5
2	4.02.03.04	99	63	63.6	24	24.2	12	12.1
3	5.10.99	91	56	61.5	23	25.3	12	13.2
4	4.03.03	86	51	59.3	24	27.9	11	12.8
5	4.02.01.05	86	54	62.8	17	19.8	15	17.4
6	4.01.99	83	52	62.7	19	22.9	12	14.5
7	4.02.03.08	77	49	63.6	18	23.4	10	13.0
8	4.01.06	72	43	59.7	17	23.6	12	16.7
9	4.03.02.04	69	51	73.9	12	17.4	6	8.7
10	4.03.05	66	46	69.7	13	19.7	7	10.6

表 4 96~102Q3 各年度查核缺失數量前 10 序位一覽表

項次	年度	102Q3	101	100	99	98	97	96	96~102Q3
	缺失編號								
1	4.03.04	1	1	2	1	1	1	5	1
2	4.02.03.04	2	2	1	2	7	-	-	6
3	5.10.99	3	3	3	3	2	3	4	2
4	4.03.03	4	4	4	4	3	4	6	3
5	4.02.01.05	5	5	5	9	5	25	32	7
6	4.01.99	6	6	8	8	10	2	1	4
7	4.02.03.08	7	9	10	6	4	235	-	11
8	4.01.06	8	11	28	15	19	21	35	14
9	4.03.02.04	9	16	12	17	17	27	48	13
10	4.03.05	10	7	6	5	8	9	15	5

註:「-」表示當年度無此查核項目

其次，分析工程缺失密度。工程缺失密度之意義，乃將各分項中總缺失次數，與除以該分項中受查項次所得到之比值，如表5。由表5可發現，缺失密度越高者表示該分項發生缺失的情形愈嚴重，例如，品質管理制度之「4.02監造單位」，在施工品質方面，「5.01混凝土施工」與「5.09工地管理」是缺失密度最高的分項。

表 5 102 年前三季查核工程缺失密度之統計

項目編號	子分項數	總缺失數	缺失密度
4.01 工程主辦機關(專案管理廠商):(QA1)	26	298	11.46
4.02 監造單位:(QA2)	30	675	22.50
4.03 承攬廠商:(QB)	49	896	18.29
5.01 混凝土施工	9	175	19.44
5.02 鋼筋施工	14	107	7.64
5.09 工地管理(不含進度管理)	6	91	15.17
5.10 材料檢驗審查紀錄	49	234	4.78
5.14 工地勞工安全衛生	42	410	9.76

4.3 缺失紀錄內容質性分析

缺失紀錄內容質性分析方法，主要是利用文字探勘之技術，以101/01~102/06六季之資料共計227個標案之查核紀錄為分析對象。其中，優點紀錄資料共2,980筆、缺失紀錄資料8,133筆。施工查核案例紀錄內容分析流程，如圖2所示，其分析步驟如下:(1) 蒐集施工查核案例紀錄資料;(2) 建立目標文件檔(3) 文字探勘;(4) 計算詞頻參數指標;(5) 決定關鍵詞篩選準則;(6) 辨識關鍵詞。依據其在三

組標案中之優先關鍵詞序位總和排序，如表6所示。此關鍵詞為施工查核優點及缺失紀錄關鍵詞之最常見態樣。

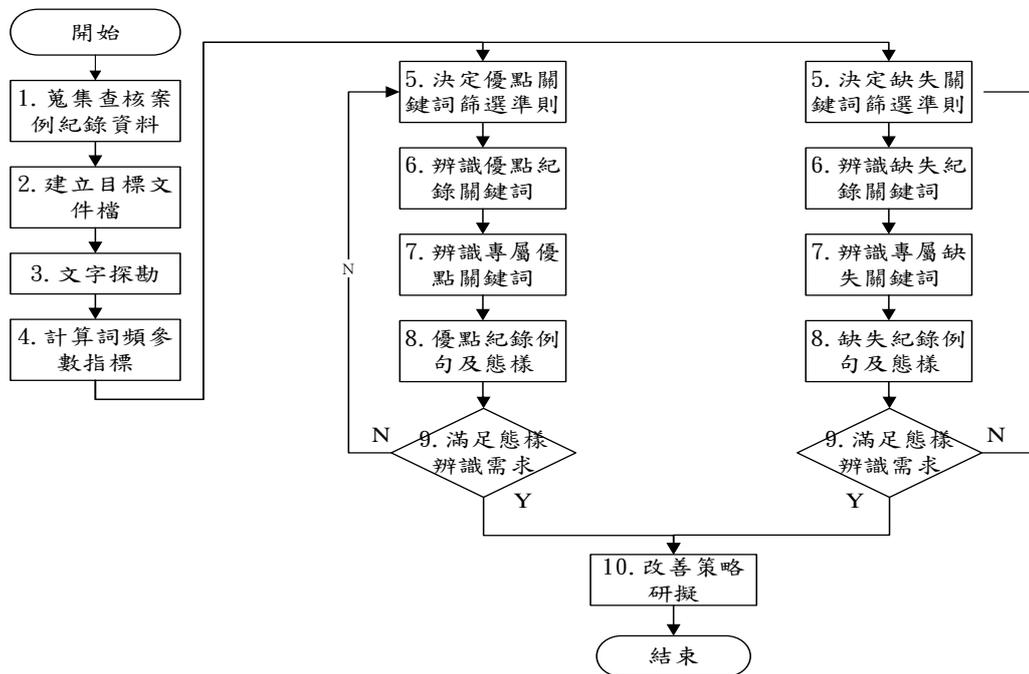


圖2 施工查核案例紀錄內容分析流程

表 6 優點、缺失紀錄常見關鍵詞態樣

排序	關鍵詞/序位和	
	常見優點紀錄關鍵詞	常見缺失紀錄關鍵詞
1	辦理/5	例如/4
2	進度/7	格式/7
3	督導/15	不足/15
4	完整/15	部份/23
5	追蹤/18	是否/24
6	組織/19	日期/26
7	主辦機關/23	不符/28
8	相關/24	現象/30
9	品質/44	報表/39
		簽名/43
		固定/45
		日誌/55
		判讀/60
		填寫/60

依據優點、缺失紀錄常見關鍵詞，可以回溯其紀錄內容並分析相關紀錄之例句，並依據相關例句歸納施工查核優點與缺失紀錄之背後理由，並推理出優點與缺失態樣之意涵，並依據其意涵提出改善建議如下：

1. 常見施工查核優點態樣類型：(1) 工程主辦機關落實品質管理及施工檢查機制；(2) 充分發揮監造功能；(3) 廠商能自我要求及改善；及(4) 廠商能設置合格之專業及品管人員。
2. 常見施工查核缺失態樣類型：(1) 工程主辦或專案管理單位未落實督導之職責；(2) 監造單位未落實監造之職責；(3) 廠商未落實自主品管之職責；及(4) 廠商人員對品質管理制度之知識或專業能力不足。

4.4 施工查核之常見缺失特性要因分析

綜合前幾節之分析結果，繪製施工查核之常見缺失特性要因圖，如圖3所示。再依據所歸納之施工查核缺失，研擬相關改善策略共四個面向、十項具體策略：

1. 施工查核法規制度面改善策略：(1) 落實專案稽核功能；(2) 強化監造單位之功能；(3) 建立分級品管之制度；
2. 施工查核執行面之改善策略：(1) 改進受查標案選擇機制；(2) 改進施工查核工作效率；
3. 資料蒐集與填報方式之改善策略：(1) 自動化自主檢查填報機制；(2) 自動化查核資料蒐集與提報機制；
4. 產業驅動面改善策略：(1) 督促廠商及其品管人員落實自主品管；(2) 鼓勵廠商誘因機制；(3) 鼓勵廠商工程人員誘因機制。

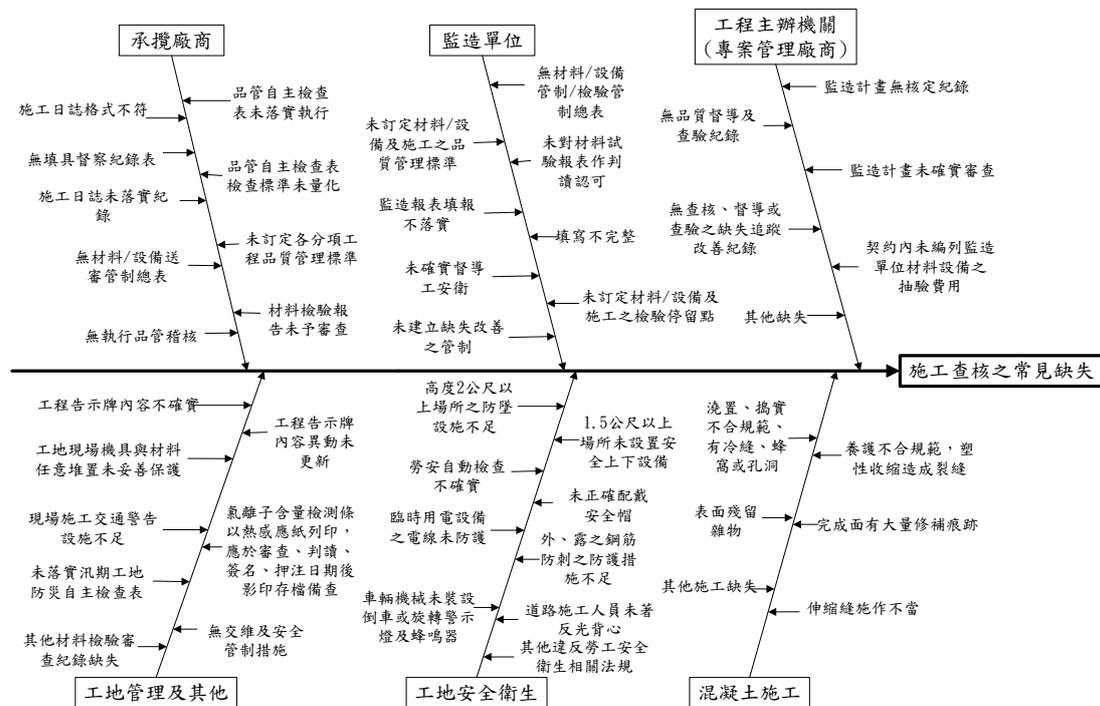


圖3 施工查核常見缺失魚骨圖

4.4 案例研究小結

依據前面的策略分析，本節歸納出T部門所屬機關主辦工程施工查核工作之執行策略：(1) 近期急迫策略在法規制度面採用以機關為單位之分層抽樣方法，取代目前全體標案一起抽樣之方式、查核執行面針對常發生社會矚目之工程品質缺失事件找出其發生態樣並建立類似常見缺失清單，再透過預防性查核活動加強督導，以減少其發生之頻率；(2) 短期可行策略法規制度面統一自主檢查表並依據工程規模大小，訂定不同之廠商品質管理系統要求、查核制度面建立常見缺失項目清單並建議優先進行查核、產業驅動面對於查核結果為丙等之監造(廠商)單位品管人員及工地主任採取撤照之懲罰機制；(3) 長治久安策略法規制度面針對監造及廠商品管人員建立品質績效分級證照制度、查核制度面開發自主檢查、電子化施工查核及常見缺失項目清單電子輔助系統、產業驅動面建立廠商履約績效考核制度，廣泛採用「異質最低標」決標方式，並以廠商履約績效作為選商之重要評估依據。

五、結論

5.1 結論

本研究以國內某機關所屬主辦工程標案之歷史施工查核統計資料與查核之優點及缺失紀錄為對象，分析自96/1至102/9間共1,124件受查標案之缺失項目統計資料，以及101年第一季至102年第二季間，共227件受查核標案之優點及缺失紀錄內容。透過歷史標案缺失統計及查核紀錄分析之結果，歸納出造成施工查核缺失之原因及態樣；再依據缺失態樣及其導因研擬具體之改善策略。依據本研究之分析結果，由歷年施工查核缺失項目統計分析得知，類似缺失項目重複發生之情形十分明顯，顯示現有改善機制未能發揮實際成效。本研究透過大數據分析，發掘導致缺失之態樣，並研提之策略共分為四大構面，十項具體改善策略，這些策略可以提供國內公共工程主管機關規劃其施工查核制度之參考。

5.2 建議

本研究受限於經費與時間無法進行更全面之施工查核人員訪談，因此所提出之建議與策略，皆以書面歷史統計資料與紀錄為根據。建議後續研究應以第一線負責施工查核之承辦人員以及施工查核委員為對象，進行專家與焦點團體訪談，以獲得更深入之缺失改進意見。

六、致謝

本研究部分研究經費由國科會專題研究計畫補助（計畫編號：MOST 103-2621-M-216 -004 ），特此申謝。

七、參考文獻

1. 工程會，「第一章 公共工程施工品質管理制度之理念與導入」，品管班教材，行政院公共工程委員會，工程會網站查詢：<http://www.pcc.gov.tw/pccap2/TMPLfronted/ChtIndex.do?site=002>，2013。
2. 工程會，網頁文件：「工程會快訊」，公共工程電子報第 043 期，民國 100 年 12 月，網頁文章：http://www.pcc.gov.tw/epaper/10102/news_0.htm，103/5/27 查詢，2011。
3. 工程會，「工程施工查核小組查核品質缺失扣點紀錄表」，網頁文件：<http://www.pcc.gov.tw/pccap2/FMGRfronted/DownloadQuoteFile.do?fileCode=F2014020016>，103/5/27 查詢，2011。
4. Renu, R.S., Mocko, G., and Koneru, A. (2013). "Use of Big Data and Knowledge Discovery to Create Data Backbones for Decision Support Systems," *Procedia Computer Science*, Vol. 30, pp. 446–453.
5. 梁嘉勝，以 Hadoop 為平台-結合異質資料庫與 Hive 之加速查詢應用，國立東華大學資訊工程學系研究所碩士在職班論文，2013。
6. 林翔，公共工程品管制度檢討，國立成功大學土木工程學系碩士論文，2005。
7. 工程會，工程施工查核小組組織準則，行政院公共工程委員會，工程會網站查詢：<http://lawweb.pcc.gov.tw/>，民國 91 年。
8. 工程會，工程施工查核小組作業辦法，行政院公共工程委員會，工程會網站查詢：<http://lawweb.pcc.gov.tw/>，民國 91 年。
9. 英特爾 IT 中心願景文件，分布式數據挖掘與大數據，2012 年 08 月。
10. IDC. "New IDC Big Data Technology and Services Forecast Shows Worldwide Market Expected to Reach to \$23.8 Billion in 2016", IDC Website article: <http://www.idc.com/>, 08/Jan/2013.
11. 楊欣瑜、林盛隆，生命週期成本分析法數據品質之探討，國立成功大學永續性產品與產業管理研討會，民國 92 年 03 月。