

國 立 交 通 大 學

工學院專班營建技術與管理組

碩 士 論 文



高鐵變電站工程界面管理機制之探討

Investigation of Interface Management System for Taiwan-High-Speed-Rail  
Bulk Supply Substation

研 究 生 : 林 祺 鈺

指 導 教 授 : 王 維 志 教 授

中華民國九十六年十二月

# 高鐵變電站工程界面管理機制之探討

研究 生：林祺鈺

指導 教授：王維志 博士

國立交通大學工學院專班工程技術與管理組

## 摘要

高鐵能否順利通車，其中一個決定性因素在於變電站是否能夠順利的轉輸送電力，而變電站是否能夠順利完成，則取決於土建與機電的界面整合，而整合工作又得從最根本的管理機制建立著手。本研究目的是藉由高鐵變電站工程做案例比較說明，證明在施行「界面管理機制」運作下之變電站工程，比未經施行之變電站，可以得到較好之成果。

本研究透過文獻回顧、實務案例及專家訪談、歸納整理及實例研究，對於高鐵變電站土建與機電間之界面管理整合做深入分析與探討。經由「界面管理機制」的說明，並佐以「質化」以及「量化」之分析，可清楚比較出施行此機制之變電站 A 缺失量，與未施行此機制之變電站 B 及變電站 C 缺失量，相差懸殊，證明此機制的運作是可以減少界面間之問題。此外，本研究藉以瞭解高鐵大型工程界面作業之處理方式，並整理比較高鐵工程與捷運工程於工程界面項目處理之不同處，以及藉由「界面管理機制」於高鐵工程之運用，可實際了解機制背後建立的原因背景，並可利用此機制運用於其他工程。

關鍵詞：變電站、界面管理機制、高鐵工程

# Investigation of Interface Management System for Taiwan-High-Speed-Rail Bulk Supply Substation

Student : Chi-Yu Lin

Advisor : Wei-Chih Wang

Master Degree Program of Construction Technology and Management  
National Chiao Tung University

## Abstract

Whether high speed rail is capable of operating successfully or not, one of the decisive factors is if power transmission works smoothly by Bulk supply substation (BSS). And the critical point with regard to BSS accomplishment depends on Interface Integration between Core system and Civil Contractors. Thus it can be seen that establishment of Interface Management System (IMS) is the fundamental approach for Interface integration.

This research would demonstrate BSS case to proof the result of BSS construction with IMS is much better than which failed to perform IMS. In addition, it details the operation of Interface work of High Speed Rail (HSR) Project and also compares HSR in terms of Interface Management with MRT. Finally, the research introduces the reason that the background for System establishment and utilizes this system to any other projects for Interface management.

Key Words: Bulk Supply Substation (BSS), Interface Management System (IMS), High-Speed Rail Project

## 致謝

感謝老師 王維志教授於研究所求學期間之指導，使本論文得以順利完成，在求學方法及待人處世的態度上給予學生許多深刻啟發。

同時感謝 曾仁杰老師， 中華大學 余文德老師， 楊智斌老師在論文口試期間撥冗審閱本論文且提供許多寶貴的意見及建議，使本論文得以更加完善，在此致上謝意。

感謝互助營造 康文斌處長，華大林組 鍾志明經理， 李萬賢主任及高鐵機電廠商 賴博懷工程師等專家在論文相關訪談及資料取得過程中不吝協助，在此致上深深的謝意。

另外，也要感謝雄哥，謝老大以及忠哥，在這段求學階段彼此間的相互扶持，以及適時給予我協助的好同學，更要感謝一路走來在我身旁悉心照料一切的例均，及關心我的家人，以及父親對於我的期望，謝謝你們。



林祺鈺 2007.12

## 目 錄

摘要.....	I
Abstract.....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VII
圖目錄.....	IX
<b>第一章 序論.....</b>	<b>1</b>
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究問題.....	1
1.3 研究目的.....	2
1.4 研究方法.....	2
1.5 研究範圍.....	3
1.6 研究流程.....	3
1.7 研究架構.....	5
<b>第二章 文獻回顧.....</b>	<b>6</b>
2.1 界面問題現況.....	6
2.2 台北捷運工程界面管理回顧.....	7
2.2.1 相關文獻回顧.....	8
2.2.2 台北捷運界面協調作為.....	13
2.3 台北捷運工程界面管理流程.....	17
2.4 其他相關文件回顧.....	18
2.5 小結.....	21
<b>第三章 高鐵工程全線界面管理系統.....</b>	<b>22</b>
3.1 前言.....	22
3.2 高速鐵路界面工程之介紹及實務整合.....	23
3.2.1 前言.....	23
3.2.2 設計前及設計中的階段.....	25
3.2.3 施工階段.....	28
3.2.4 竣工移交階段.....	28
3.2.5 測試運轉階段.....	29

3.3 界面協調報告及界面協調計畫.....	30
3.4 協調用圖樣.....	31
3.5 界面協調工具.....	34
3.6 里程碑.....	38
<b>第四章 台北捷運工程與高速鐵路工程界面管理系統之比較.....</b>	<b>39</b>
4.1 界面整合方法之比較.....	39
4.2 高鐵與捷運於各階段之界面工作項目.....	39
4.3 機電/土建工程界面管理之比較.....	40
4.4 界面協調工具之比較.....	41
4.5 界面協調圖說之比較.....	42
4.6 小結.....	44
<b>第五章 高鐵 A 標土木機電界面管理機制之建立過程.....</b>	<b>45</b>
5.1 高鐵 A 標工程界面管理流程.....	45
5.2 設計階段.....	46
5.3 施工階段.....	50
5.4 小結.....	56
<b>第六章 實例展示-高鐵變電站土建機電界面管理機制說明.....</b>	<b>57</b>
6.1 前言.....	57
6.2 變電站特性及簡介.....	57
6.3 高鐵變電站工程設計階段之界面協調處理.....	61
6.3.1 界面事項發生於 2001/4/2~2001/7/30.....	62
6.3.2 界面事項發生於 2001/7/31~2001/10/14.....	62
6.3.3 界面事項發生於 2001/10/15~2002/1/30.....	63
6.3.4 界面事項發生於 2002/1/31~2002/3/3.....	65
6.3.5 界面事項發生於 2002/3/4~2002/6/20.....	65
6.4 高鐵變電站工程施工及移交階段之界面協調處理.....	67
6.5 實例展示說明及比較.....	70
6.6 土建廠商角度檢視變電站之界面問題處理.....	105
<b>第七章 結論與建議.....</b>	<b>107</b>
7.1 結論與貢獻.....	107

7.2 後續研究之建議.....	107
參考文獻.....	109
附錄A-專有名詞彙整表.....	113



## 表目錄

表 2-1 台北捷運局工程界面的整合方法.....	9
表 2-2 捷運機電工程界面管理.....	10
表 2-3 捷運界面協調方法.....	11
表 2-4 捷運相關研究整理.....	12
表 2-5 台北捷運淡水線界面協調行為.....	13
表 2-6 國內界面管理相關研究.....	18
表 2-7 以空間為切入點之界面研究.....	20
表 3-1 設計單元與各界面廠商之關連.....	25
表 3-2 土建合約規範廠商所需取得及提供界面資料時程.....	27
表 3-3 機電合約規範廠商所需取得及提供界面資料時程.....	27
表 3-4 疑義澄清表.....	35
表 3-5 資料庫處理過程說明.....	36
表 4-1 高鐵與捷運於各階段之界面工作項目.....	39
表 4-2 機電/土建工程界面管理之比較.....	40
表 4-3 界面協調工具之比較.....	41
表 4-4 界面協調圖說之比較.....	42
表 5-1 土建合約及機電合約訂定之階段性資訊提供時間表.....	46
表 5-2 界面廠商會勘通知表.....	51
表 5-3 界面廠商現場勘驗檢查表.....	52
表 5-4 界面需求檢驗規範.....	53
表 6-1 變電站各棟建物簡介.....	58
表 6-2 界面事項發生於 2001/4/2~2001/7/30.....	62
表 6-3 界面事項發生於 2001/7/31~2001/10/14.....	63
表 6-4 界面事項發生於 2001/10/15~2002/1/30.....	63
表 6-5 界面事項發生於 2002/1/31~2002/3/3.....	65
表 6-6 界面事項發生於 2002/3/4~2002/6/20.....	66
表 6-7 界面廠商間之資訊協調溝通.....	67
表 6-8 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(接地).....	71

表 6-9 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(預埋管).....	73
表 6-10 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(預埋鋼板).....	75
表 6-11 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(預埋鋼樑).....	77
表 6-12 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(拉勾, 鋼軌及吊勾).....	79
表 6-13 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(開口, 鐵件及預埋管).....	81
表 6-14 主變電室施工階段界面相關項目檢查表(設備基座).....	83
表 6-15 主變電室竣工階段界面相關項目檢查表.....	84
表 6-16 自動變電室施工階段界面相關項目檢查表(開口及鐵件, 預埋管).....	86
表 6-17 自動變電室施工階段界面相關項目檢查表(建物開口).....	88
表 6-18 自動變電室竣工階段界面相關項目檢查表.....	89
表 6-19 72kv GIS 施工階段界面相關項目檢查表(開口及鐵件, 預埋管).....	91
表 6-20 變電站 A, B, C 界面工程竣工缺失項目.....	92
表 6-21 變電站界面工程竣工缺失統計表.....	101
表 6-22 變電站 A, B 同異點比較.....	102
表 6-23 變電站 A, B, C 同異點比較.....	104



## 圖目錄

圖 1-1 研究流程.....	4
圖 2-1 工程興建期間各階段界面問題浮現可能性.....	7
圖 2-2 台北捷運網路線.....	9
圖 2-3 台北捷運工程界面管理流程.....	17
圖 3-1 高速鐵路工程計畫執行架構.....	23
圖 3-2 高速鐵路土建工程範圍.....	24
圖 3-3 高鐵土建 A 標與界面廠商之關係.....	24
圖 3-4 申請 TCOMP 管制區(高鐵路權)流程圖.....	29
圖 3-5 工作許可單.....	30
圖 3-6 綜合設施圖 (CSD) .....	32
圖 3-7 結構機電圖 (SEM).....	32
圖 3-8 變電站聯絡道路配置圖(DRD).....	33
圖 3-9 界面分界圖 (IDD).....	34
圖 3-10 主界面管理表處理流程.....	37
圖 5-1 高鐵 A 標工程界面管理流程.....	45
圖 5-2 設計圖說(含 CSD 及 SEM)送審流程.....	48
圖 5-3 高鐵 A 標界面資訊協調流程.....	49
圖 5-4 施工階段界面相關項目勘驗流程圖.....	50
圖 6-1 變電站之地理位置.....	58
圖 6-2 變電站各棟建物之外觀.....	59
圖 6-3 變電站傳輸電力至高架橋.....	60
圖 6-4 高鐵 A 標界面資訊協調流程.....	61
圖 6-5 界面廠商竣工檢查及進場機制流程圖.....	69
圖 6-6 施工階段接地項目勘驗步驟.....	70
圖 6-7 施工階段預埋管項目勘驗步驟.....	72
圖 6-8 施工階段預埋鋼板項目勘驗步驟.....	74
圖 6-9 施工階段預埋鋼樑項目勘驗步驟.....	76
圖 6-10 施工階段拉勾項目勘驗步驟.....	78

圖 6-11 施工階段開口，鐵件及預埋管項目勘驗步驟.....	80
圖 6-12 施工階段設備基座項目勘驗步驟.....	82
圖 6-13 施工階段開口，鐵件及預埋管項目勘驗步驟.....	85
圖 6-14 施工階段建物開口項目勘驗步驟.....	87
圖 6-15 施工階段開口，鐵件及預埋管項目勘驗步驟.....	90
圖 6-16 變電站工程界面缺失數量比較圖.....	101
圖 6-17 變電站界面工程竣工缺失統計圖.....	102



# 第一章 序論

## 1.1 研究動機

隨著人類的生活水準提高，工程規模日趨龐大，以高速鐵路為例，其專案規模較同性質之台北捷運系統龐大，更是其他一般傳統工程所無法比擬的。高鐵工程雖然以專業分工及聯合承攬（Joint Venture）的方式各自管理可使規模龐大的專案切割且較單純，然而，界面卻也相對的變多變雜；惟機電標是從南到北由一個廠商承包，因此機電廠商與土建廠商若在作業的時間、空間、資源、功能等處產生衝突點或不密合之處，勢必對整個專案的進度、品質及成本造成影響，小則影響各標施工進度，大則影響整體通車時間，而這些問題均歸類於「界面問題」。

界面問題普遍存在於工程界中，也的確可能會發生於工程生命週期的各個階段（王維志，2000），尤其專案規模龐大如高鐵工程，其作業分工分標的情形相當精細，而潛在的界面問題也就愈多，尤其高鐵是否能順利通車，其中一個決定性因素在於電力是否能夠順利的輸送，變電站則扮演了關鍵性角色；而變電站工作是否能夠順利完成，取決於土建與機電的界面整合，而整合工作又得從最根本的機制建立著手。本研究以高鐵工程界面機制的建立輔以變電站作實例說明，藉此機制讓往後工程在處理工程界面問題上，能夠有條不紊並進入狀況解決問題。

## 1.2 研究問題

高鐵工程為目前國內外最大的BOT工程，為使高鐵能在最短時間內通車，高鐵土建廠商採用統包方式即設計與施工同步進行，其目的即是為了在預定之工期內完成；然而在實際執行專案時發現，儘管土建廠商依照合約進行界面協調，卻由於機電廠商之初期設計尚未成熟以及土建廠商於施工時對於界面相關項目未加以重視，也因此產生以下問題：

### 1. 界面工程未有明確之機制，致使界面問題發生層出不窮

界面廠商依合約規定提送階段性資訊供土建廠商納入其設計，然而機電廠商因需求不斷更改，使得土建廠商也必須跟著修正其設計，在缺乏一套界面管理機制的情況下，界面問題勢必會不斷的發生。

## 2. 缺少施工界面管理，導致工程進度落後

變電站屬特殊需求功能之機房，內含許多界面相關工項由土建廠商施作，在結構體施工階段時，所施作之界面相關工項在未經充分之協調溝通情況下，依照界面廠商之需求，亦或承商本身經驗不足，導致在施工完成後，未能達成界面承商所定之需求，其他土建廠商也屢次發生相同情況，以致最後整個結構體雖已完成，但因界面項目未能完全符合界面需求，以致工程無法於工期內順利完成。

## 1.3 研究目的

針對高鐵工程在界面部分之上述兩個問題，經翻閱國內相關工程界面之論文研究時，發現並未有針對上述問題之相關論述或是提供解決方案；因而，希藉由本標案建立並自我施行之界面管理整合機制做說明，並佐以另外兩個高鐵變電站工程比較，以證明經由此機制之運作下，是可以得到較好之成果。而本研究之目的主要有下列兩項：

1. 為解決土建廠商因接收機電廠商之最新需求而不斷修改其設計之困擾，本研究將以高鐵 A 標施行之之界面管理機制做說明，以使界面問題單純化。
2. 為解決工程在進行當中，因不了解界面需求而產生工進之問題，本研究藉由高鐵土建 A 標之變電站工程（Bulk Supply Substation）為例，說明在執行界面相關工項之界面需求時，所需注意之事項。

## 1.4 研究方法

為了達到上述之研究目的，本研究將透過下列方法及步驟進行：

### 1. 文獻回顧

蒐集過往對介面問題所進行之研究論文、期刊及書籍等，釐清界面問題的意涵及特性，並藉由目前高速鐵路工程上之合約內容條款及相關文件理出工程界面之頭緒。

### 2. 實務案例及專家訪談

藉由案例蒐集及實地訪談實務界界面管理相關部門，了解實務界在界面管理上

的實際操作情形，以及實務界對界面管理上的需求及建議。

### 3. 歸納整理

歸納現有之學術研究成果及實務上之實際操作情形，以期將兩者作適當之連接

### 4. 實例分析

透過實際案例，藉由高速鐵路沿線之小房間 (small building)，如變電站等檢討特殊建物之界面整合及來說明研究成果之實際操作情形及注意事項。

## 1.5 研究範圍

本案例為針對高速鐵路之變電站 (BSS) 作為主要研究對象，其餘土建部分如高架橋、隧道等工程不在此次之研究範疇；且由於高鐵變電站為提供高鐵列車行駛之動力，因而機電核心系統與建築部分之界面為變電站之主要研究範圍，高鐵全線共七個變電站，本研究則以變電站 A 作為主要研究之依據。



高鐵變電站工程主要以土建結構與機電設備為主，土建廠商於施作結構體時為配合機電廠商設備之需求，而必須施作如開口，預埋件，基座等項目，這些項目稱之為「界面相關」工作項目，此工作項目之區分為設計工作屬機電廠商，土建廠商則代為施作，簡言之，凡需土建廠商代為施作之工作項目，均為「界面相關」工作項目，其工作範疇均詳列於界面圖說中。

## 1.6 研究流程

本研究以圖 1-1 所示之研究流程進行，首先確立研究方向為「特殊機房 - 變電站之土木-機電界面機制建立」後，便著手蒐集有關界面的相關文獻及案例，以了解變電站工程之界面情況，針對目前實務界對於特殊功能使用的小房間 (small building) 等機房之缺失部分作改善，因此決定將研究目的及範圍鎖定在變電站的土木-機電界面管理機制的建立來解決界面整合所面臨的困難，希望建立一份可以供後續小房間機房工程施工時之界面整合報告。

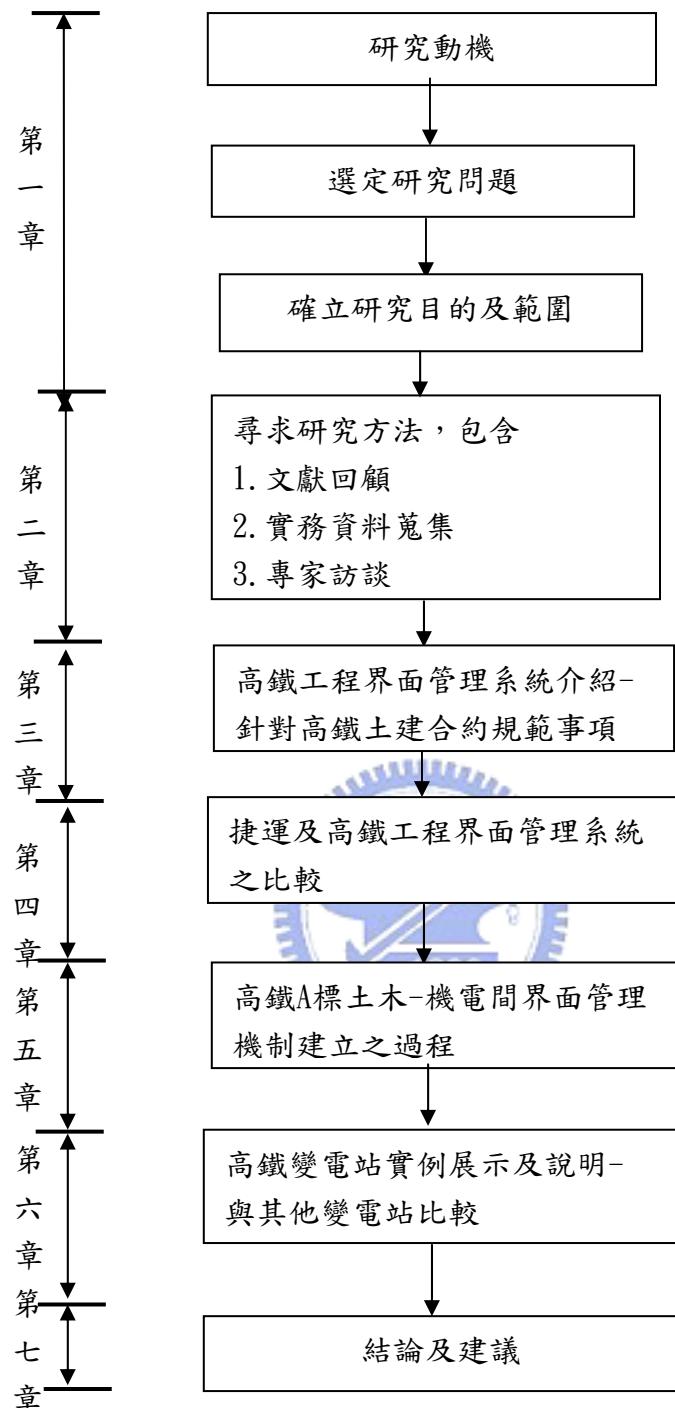


圖 1-1 研究流程

## 1.7 研究架構

本研究論文共分為七章，各章內容敘述如下：

### 第一章 序論

說明本研究之研究動機、目的、方法與流程。

### 第二章 文獻回顧

本章針對過往有關界面之期刊、論文、書籍、各項研究資料及相關工程文件，藉由回顧文獻資料中筆者對於界面的敘述研究，再與高速鐵路工程實際界面之操作比較，資料中雖有「土建和機電的界面」之描述，然機制的建立似乎仍有其不足及深入之處，希針對此不足之處於第四章藉由高鐵土木-機電界面機制之建立以及第五章變電站之實例作深入之說明界面管理上之發展。

### 第三章 高鐵工程全線界面管理系統

高鐵工程土建合約規範界面之責任，及於設計，施工，竣工及測試階段所需注意之事項。



### 第四章 台北捷運工程及高鐵工程之界面管理系統之比較

藉由蒐集之文獻對於工程規模龐大之捷運及高鐵界面管理系統作異同之比較，且針對界面整合部分作探討。

### 第五章 高鐵 A 標土木機電界面管理機制之建立過程

說明該機制從設計、施工乃至竣工移交是如何建立，以及為何建立此一機制，藉由此一機制以為將來在處理類似情形時之參考。

### 第六章 實例展示 - 高鐵變電站之土木-機電界面管理機制說明

以高鐵變電站為例說明特殊機房於土建施工階段與機電之間之界面問題及如何解決。

### 第七章 結論與建議

本章針對本研究成果作一總結，再提出本研究中遭遇的問題及後續發展的方向供後續研究作參考及注意。

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 界面問題現況

隨著工程規模日益擴大及工程內容日趨複雜，使得工程執行之分工演變更多元化及專業化，也由於專案的分工確實及複雜化，專案執行過程中發生非計畫內之衝突、配合不良及認知差異等需要額外進行溝通、協調及變動之情形便愈發頻繁，這些或多或少都對專案的進度、品質及成本有所影響，此即為「界面」的影響。

界面實為目前工程界常見之不確定因素，為深入瞭解目前工程界之界面現況，特舉出高鐵工程中已完成之三個變電站（全線共有七個變電站），分別以變電站 A，變電站 B 以及變電站 C 作為實際比較案例。而藉此三個案例，主要為瞭解：

1. 界面問題普遍存在於建築工程計畫中
2. 分標之多寡對界面問題之影響。

#### 一、界面問題普遍存在於建築工程計畫中

以高鐵變電站工程之其中三個變電站為例：變電站 A，變電站 B 以及變電站 C 合約完工之日期（Substantial Completion Date）前，機電界面廠商依合約有義務先行作界面項目之竣工檢查，以便機電設備隨後進場施工；由於機電界面廠商於土建廠商施作前即提出界面需求勘驗之施作標準（Interface Requirement Compliance Check），因此土建廠商必須依界面廠商之要求施作，而在機電廠商檢查後，發現三個變電站均有界面工程項目缺失。由此得知，即便是一個規模不大之變電站工程，經由機電界面廠商做總體性界面項目檢查後，卻仍有不少缺失，由此可看出界面問題普遍存在於建築工程計畫中。

#### 二、工程興建期間各階段界面問題浮現之可能性

茲將台北捷運工程之生命週期分為綜合規劃、初步設計、細部設計、施工規劃、結構施工、設備安裝、設備試車、完工驗收等八個階段，請受訪者分別勾選各階段界面問題浮現之可能性，而所得之數據整理如圖 2-1 所示。而由此圖可知，綜合規劃及初步設計階段，受訪者認為界面問題浮現之機會並不大，而隨著

工程逐漸進展，從細部設計、施工規劃、結構施工到設備安裝，界面問題浮現之可能性亦隨之有逐漸升高，尤其是施工規劃、結構施工及設備安裝等三個實際施工階段，有 45%~55% 之受訪者認為有很高的機會發生界面問題。故可知，施工階段之界面問題相對於工程興建期間其他各階段而言，有顯著較高之傾向，因此，尋找並解決施工界面問題，對營建管理領域，著實重要。

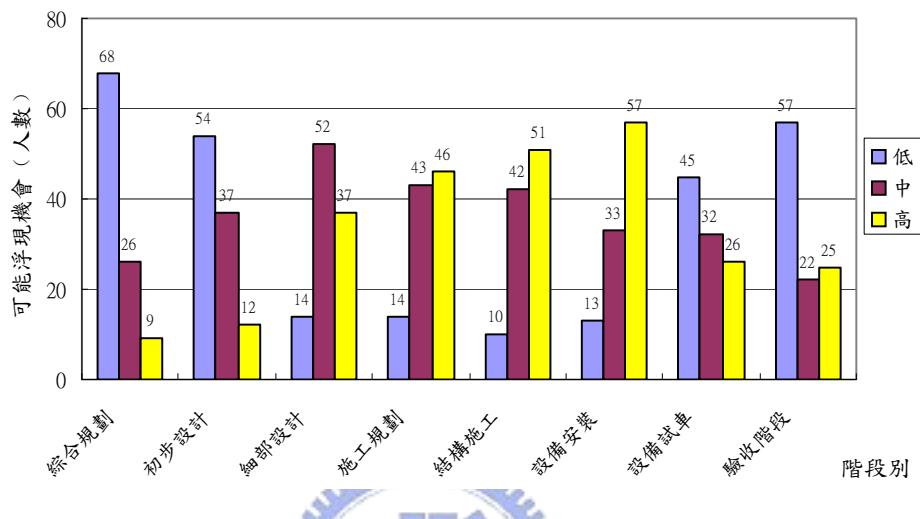


圖 2-1 工程興建期間各階段界面問題浮現可能性（王維志，2000）



由以上數據分析證明，界面問題的確普遍存於目前工程界中，界面問題的確可能會於工程生命週期的各階段發生，特別是在施工階段，界面問題的發生頻率非常之高。因此，為有效降低界面問題可能造成之影響，需能對施工階段之界面問題發生之型態和時間作更進一步瞭解和掌控。

## 2.2 台北捷運工程界面管理回顧

臺北市政府捷運工程局於七十六年二月二十三日正式成立，臺北都會區大眾捷運系統之興建，開啟了大眾運輸新的一扇門，其路線規劃區分為三階段（詳圖 2-2）；從淡水線開始通車以來到最近土城線完工通車，如此綿密的交通網絡，讓我們想到哪裡都可以隨時到達，一個大型計劃由於規模龐大、組織眾多而分工細密，因此往往會投入大量人力、物力來從事界面整合及界面協調工作，「界面協調」的管理乃成為大型計劃中重要環節之一。



圖 2-2 台北捷運網路線

自台北捷運各路線相繼完工後，透過各種學術研討會、捷運技術半年刊及其他相關期刊將捷運專案執行過程期間所發展出的工程及管理技術發表，為國內營建業不論是在施工技術或管理方法上提供了許多新的思考方向及指引，以下首先針對目前關於台北捷運在界面管理上的文獻進行回顧及整理，並以台北捷運淡水線專案執行過程中在界面管理上的實際作為為例，說明專案執行生命週期中各個階段在界面管理上的一些主要應注意事項。

### 2.2.1 相關文獻回顧

由於捷運工程擁有龐大複雜的機電工程界面問題，因此有關捷運工程界面管理相關的文獻，多以捷運機電系統為切入點，林陵三等(1999)介紹台北都會區大眾捷運系統各機電工程可分為電聯車(EMU)、號誌系統(Signaling)、供電系統(Power Supply)、通訊系統(Communication)、電扶梯及電梯(Escalator and Elevator)、自動收費系統(Automatic Fare Collection)、環控系統(Environmental Control System)、機電設施及工作車(Depot & Workshop Equipment and Service Locomotive)及車站及隧道工程(Station and Tunnel Service)等九大系統，以供深入瞭解各機電工程相互間之界面種類，並說明台北捷運局對工程界面的整合方法，如表 2-1 所示。

第一階段：以營運通車路線包括木柵、淡水、新店、中和、南港、板橋、小南門、土城等線。

第二階段：以核定並執行的路線包括內湖、新莊、蘆洲、信義、松山、中正機場捷運線等。

第三階段：未來繼續規劃興建，建構完整捷運路網，包括安坑、三鶯、萬大-中和-樹林社子-士林-北投區域輕軌路網、信義線東延段、土城延伸、淡海線等。

表 2-1 台北捷運局工程界面的整合方法

	機電-土木界面	機電-機電界面
定義	機電標所需與土建標之設計、施工存有之實體安排關係之協調事項。	機電標之間所應進行之界面協調事項，包含全部之功能界面與少數的設備組裝的實體界面。
基本規劃	(1) 彙整土建設計單位及其他單位之基本需求。 (2) 委約圖說中的界面規劃。 (3) 細部設計顧問服務合約草案中之界面工作規定。	技術規範中的界面規劃及界面事項訂定
細部設計	(1) 細部設計顧問設計文件之送審及審查。 (2) 機電承商使用土建圖說確認並修正設定單位之預估需求	(1) 招開機電界面管制會議， (2) 界面控制文件 ICD 送審及審查。 (3) 系統整合測試程序之送審及審查。
施工	(1) 依界面需求管制程序招開施工安裝計畫及施工安裝計畫會議。 (2) 施工界面圖說請機電承商確認或修正。 (3) 混凝土澆注前檢驗。 (4) 機電標設備進場安裝事項協調。	參與系統界面整合測試作業。

張辰秋(2000)說明捷運機電系統工程為一功能性工程，偏重技術面工作，有順序性及系統連貫性，係土建工程的下游工作，依賴土建工程提供良好的工作環境，工作內容較土建工作細緻、精密，具備多元技術並且工程界面繁雜的特點。並將捷運機電工程界面管理分為內部界面及外部界面，內部界面包括機電工程與土建工作的互動及水電／環控之配合，而外部界面則包括機電工程與捷運公司模擬演練的互動、危機處理及安全管制，如表 2-2 所示。

表 2-2 捷運機電工程界面管理

機電工程 界面	主要考量	說明
內部界面	機電工程與土建工作 的互動	捷運建設初期以上建為主，機電為輔，機電工程管線的佈設，設備位置的安排，進場時機及工作環境的配合，均仰賴土建藉由 SEM/CSD 圖說，CIP 會議做適當的處理；機電工程進場後，高壓供電前，土建與機電角色逐漸易位，三軌送電後改由機電為主，土建為輔。
	水電／環控之配合	主要包括低壓供電、提供機房接地銅排、提供不斷電系統、啟動機房抽排風、啟動空調以及緊急發電機測試等。這些工作看似簡單，實際運作時，卻伴隨大量的界面協調。
外部界面	機電工程與捷運公司 模擬演練的互動	讓捷運公司充分了解工程進度及預定通車時程，以利期規劃人力安排訓練，而模擬演練的時機、時段以及所需要的設備，均應先行溝通配合。提供的協助至少包含人員訓練、人力支援、安全管制、設備使用及演練時程安排。
	危機處理	危機處理的管理，機電工程須經測試來驗證其品質與效能，過程難免產生瑕疵，首先必須有一指揮處理中心對所有的界面以一致的處理原則及步調，做好協調及資料提供適宜。
	安全管制	機電工程到了測試階段尤其重視安全的管制，在工作區段管制上，系統整合工務所(CFO)是最重要的角色，另外也必須考慮捷運公司路權範圍之管制區，再加上其他進入管制區之承商注意其工作區段之月台及軌道沿線之安全。

而捷運工程在為了有效管理如此龐大且複雜的界面問題，針對界面的整合上至今發展了幾項重要的協調方法，也隨著工程的完工及各種技術研討會及期刊陸續發表出

來，如表 2-3 所示。

表 2-3 捷運界面協調方法

協調方法	方法及功能	
SEM 圖 (結構機電整合界面圖)	<p>Structural Electrical Mechanical Drawings (SEM) 於行控中心、車站、機廠或隧道內，土建工程為配合機電系統安裝，並考量結構安全，綜合整理各關聯承包商所提供之意見需求，將其所需的開孔、機座、套管、預埋物件等，彙整歸納入結構設計圖中，提供土木施工之用途。</p> 	<p>Category-A：細部設計前之基本資料。</p> <p>Category -B：加入水電標及空調標細部設計顧問與機電系統標的需求。</p> <p>Category -C：施工階段由各機電承商對 Category -B 進行確認修訂建議綜整而成，提供土建承包商繪製施工圖。</p>
CSD 圖 (機電整合界面圖)	<p>Combined Service Drawings (CSD) 協助配置機電設備及主要管路的位置及檢討設備運搬之動線有無衝突，避免設備管路間的實體界面。CSD 圖係作為施工階段 SEM 圖製作之依據，並供相關承商據以準備各自之施工圖。</p>	
ICD (界面控制文件)	<p>Interface Control Document (ICD) 藉由各類控制表，達到輔助整合界面問題的一種手段。當承包商認為合約內某一項目與其他承商有關時，若無法解決時，就將該項目列為 ICD 文件，在界面會議進行協調。</p>	
CIP (施工界面協調計畫)	<p>Coordinated Installation Program (CIP) 由各個工地的土建承包商主持，處理該工地範圍的界面協調的會議。合理的排定相關承包商的施工時程與施工順序，建立以時間為基礎的 CIP 網圖，合理排定各相關承包商的施工時程與施工順序，使各相關承包商有合理的施工時程，進而防止廠商先做先贏。</p>	

表 2-4 為回顧台北捷運所參考之相關文獻並加以整理：

表 2-4 捷運相關研究整理

作者	文獻	時間	類型	摘要
林陵三 蕭永豐	台北捷運系統機電工程界面概述與整合	1999	機電界面整合	介紹台北都會區大眾捷運系統各機電工程，以供深入瞭解各機電工程相互間之界面種類，及台北捷運對工程界面的整合方法。
裴文正	捷運工程界面整合管理	2000	界面整合	1. 界面協調不良實例。 2. 將界面作業分為：釐訂、分工、設計、施工、測試等五階段。
張兆麟	捷運專案計畫施工管理	2000	施工管理	1. 說明台北捷運之計畫特性及發包方式之影響。 2. 說明土木/建築/機電 施工特性以利整合協調。 3. 將界面整合管理分為時程、界面項目及界面作業三個部份。
張辰秋	捷運機電系統工程時程控制與管理技術	2000	機電工務與管理	捷運機電工程界面管理可分為： 1. 內部界面：機電工程與土建工作的互動以及水電／環控之配合。 2. 外部界面：機電工程與捷運公司模擬演練的互動、危機處理與安全管制。
黎煥霖	界面協調在淡水線捷運工程的實際作為	1994	界面協調作為	1. 依工程生命週期說明淡水線捷運工程之界面協調實際作為。 2. 綜合說明界面協調機制主要分為會議、審查流程、書信往來及圖面協調等方法。這些方法具有制度、活動、資料及人員等四個基本要件。
張辰秋	捷運工程設備整合之探討	1997	設備界面整合	針對捷運工程設備整合做一探討，分別由設備之界面、界面整合時程及界面整合之重要問題等方面討論。
簡哲宏	台北捷運淡水線「軌道工程介面」探討	—	軌道界面	1. 軌道界面之問題描述。 2. 淡水線設計、施工階段界面協調方法。
賴榮吉 、謝宇珩	捷運工程因工期展延衍生公平調整合約金額探討	2002	工程合約	1. 規劃、設計、施工各階段可掌握及不可抗拒之因素。 2. 各階段業主及廠商應注意事項。 3. 工期展延須付出之成本。

## 2.2.2 台北捷運界面協調作為

台北捷運路網中，淡水線是最早動工的高運量路線，自然也是最早遇到上述這些問題的路線，也因此許多新的因應措施及管理手法都是隨著淡水線工程的進行而發展的，而淡水線的經驗也是後續其他路線最重要的參考準則，淡水線在整個工程推動期間針對界面問題協調作為如表 2-5 所示。

表 2-5 台北捷運淡水線界面協調作為

生命週期	目的	協調作為	內容
規劃階段	定義系統需求、條件及執行方式。	會議、書面及非書面之資訊溝通。	<ol style="list-style-type: none"> <li>機電系統選擇及整合。</li> <li>路權取得。</li> <li>社經資料取得。</li> </ol>
		TARF 及 CMDR 審查	設計主管單位收到設計顧問設計之文件後，送給相關單位審查並提供意見。
設計階段	定義界面責任及協調工具，作為施工之依據。	CSD／SEM 圖說	 <p>某些特殊文件或特殊條文之審查，主辦單位會召開會議請各單位來討論以解決問題。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>機電承包商將機電系統所需之牆面開孔、預埋管健、地板開孔或套管等需求藉此圖說告知土木承包商。</li> <li>CSD／SEM 圖說又分為三類，SEM-A 為細部設計前之基本資料，SEM-B 為加入水電標及空調標細部設計顧問與機電系統標的需求，SEM-C 為由各機電承商確認需求後定版。</li> <li>土木承包商將依照 SEM-C 之需求施作。</li> </ol>

生命週期	目的	協調作為	內容
		界面事項規定	設計單位在製作合約時必須負責編寫各項界面規定，除了有專門的章節說明外也會在合約適當的部份列出相關條文。
		進場時刻、條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>於合約中訂出機電標進入工地施作之條件及日期。</li> <li>機電標稱之為進場日期(access dates)，土木合約中稱為進場里程碑(guaranteed milestone)。唯進場條件之認定尚需在施工階段進行界面協調加以修正。</li> </ol>
			由於土木、建築、水電、空調等方面的合約，是先由細部設計顧問完成設計以後再發包，因此除了在設計準則上會規定一些界面事項以外，細部設計顧問之間也會依實際的需要進行某些協調工作。
施工階段	<ol style="list-style-type: none"> <li>解決實際發生的界面問題。</li> <li>依合約管理架構進行各單位的協調工作。</li> </ol>	機電界面會議 (Interface meeting)	<ol style="list-style-type: none"> <li>由系統工程處主辦，依合約不同及界面關係而有不同的會議，參加的單位包含承包商、工務所及設計單位之相關人員。</li> <li>討論的內容除各合約之界面項目外，各單位在工作中發現必須協調之項目亦可在會議中提案討論。此會議約一個月召開一次。</li> </ol>

生命週期	目的	協調作為	內容
		界面管制文件 (ICD, Interface Control Documents/ Drawings)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 當承商認為合約內某一項目與其他承商有關係時，就主動將該項目之文件列為 ICD 文件，送該相關承商審查。</li> <li>2. 若相關承商有意見則利用界面會議進行協調，若沒有問題，則在該文件上簽名後退還原承商做為雙方處理該界面之依據。</li> </ol>
	CSD／SEM 圖說		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工階段的 CSD/SEM 圖主要工作在於確認及完成 SEM-C 之需求審查。</li> <li>2. 機電承商的需求如果還有衝突則必須先協調解決，才能成為定版圖，交給土建承商去施作。</li> </ol>
	 CIP/ECIP 會議		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CIP(Coordinated Installation Program)會議是由各個工地的土建承包商主持，處理該工地範圍之界面協調的會議。</li> <li>2. 通常每個工地大約只涵蓋土木承商所負責的幾個車站，每個月召開一次，出席代表包刮各合約的承商代表及工務所代表。</li> <li>3. 早期某些發包含約中此會議是由土木的監造工務所主持成為 ECIP(Engineers' Coordinated Installation Program)。</li> </ol>
	CIP/ECIP 網圖		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每個 CIP 會議關聯承商，必須提出自己的安裝計畫，交給土木承商，再由土木承商綜整一份總的安裝計劃或時程，此文件即為 CIP 網圖。</li> <li>2. 若由土木監造工務所製作，則稱為 ECIP 網圖。</li> </ol>

生命週期	目的	協調作為	內容
		三月 / 四週預定進度報表	除 CIP 網圖外，土木承包商必須預告其工作進度給關連承商，以便關連承商配合。此進度預告資料稱為 Rolling Schedule，分為三個月預訂進度表及四週預定進度表。
		水泥澆置單	<ol style="list-style-type: none"> <li>水泥澆置乃土木工程之重要關鍵，在打水泥以前必須檢查關連廠商的預埋管、開孔等需求是不是正確處理了。</li> <li>通常土木承商在水泥澆置以前必須先申請土木工務所的許可，土木的監造工務所則會要求關連承商先確認無誤以後，才會准許土木承商澆置水泥。</li> </ol>
		進場條件	 <ol style="list-style-type: none"> <li>一般在合約階段對於所謂的進場條件並沒有明確而完整的定義，因此必須在施工階段進行協調。</li> <li>並規定在土建標的里程碑日期的三個月以前，由各個土建承商召開協調會確認里程碑的認定標準，做為里程碑驗收時依據。</li> </ol>
		機電、土建、軌道界面協調會報	<ol style="list-style-type: none"> <li>施工階段後期，機電工程進入全面施工的高峰，工務處與機工處間的協調業務增加，因此每週召開一次協調會報，其中每兩週由兩個工程處的處長共同主持一次，另一週則由兩個處的副總工程司主持。</li> <li>由於層級提高，而且每週檢討執行情形，成為最有決策權力的會議，通常稱為「兩處界面會議」。</li> </ol>

生命週期	目的	協調作為	內容
		安衛協議組織	<ol style="list-style-type: none"> <li>各個捷運工地依照安全衛生法的規定必須設立安衛協議組織，專門處理各個承包商間的環境清潔、廢棄物清運、車輛清洗、工地廁所等費用及責任分攤事宜。</li> <li>其組織架構和 CIP 會議類似，但是參與人員是各個包商的主辦安全衛生的工程師。</li> </ol>

### 2.3 台北捷運工程界面管理流程

圖 2-3 為台北捷運工程在界面管理上的主要流程，由流程中可見 SEM 圖面整合及施工協調兩個界面管理的主要程序執行的時機。

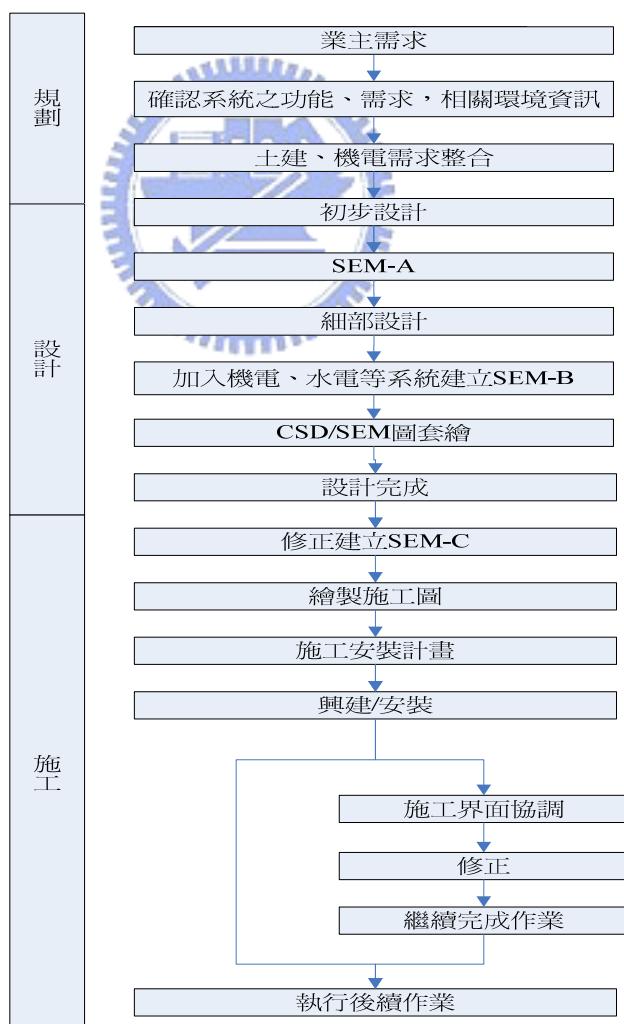


圖 2-3 台北捷運工程界面管理流程

## 2.4 其他相關文件回顧

目前國內外針對如何有效的管理及解決界面問題進行了許多相關的研究，有的從設計角度出發，有的從單一工種出發，有的從單元元件出發，有的則是由整體的宏觀角度出發。本研究在此針對國內外在界面管理上的研究發展現況做回顧（詳表 2-6）。

表 2-6 國內界面管理相關研究

作者	文獻	時間	工程類型	摘要
李政憲等	高層集合住宅建築與設備界面之整合	1996	建築	針對界面整合的分析對象：人、事、物進行分析，以界面矩陣探討、整合界面問題來訂出各空間之建築與設備界面需求，最後以查核表方式整合建築與設備之界面問題。
謝文通	建築與設備介面整合資料庫模型	1996		針對國內高層集合住宅建築與設備界面整合的問題與事項，利用「建築與設備界面整合編碼系統」予以編碼，藉之將界面問題之整合途徑與資料電腦化。
郭哲明	建築工程施工界面整合之研究	1999	建築	以界面查核表方式解決施工界面問題，將整個專案區分為各單項工程，再透過對各單項工程施工步驟之描述，製造界面問題查核表，探討各流程間可能遭遇之界面問題。
顧文翔	界面管理經驗資料庫系統	2000	建築	以網際網路技術為基礎，輔以資料庫技術與概念，以界面管理為經驗學習之切入點。界面事件分類上主要以分標商和工項來做區隔，例如「建築」分標商和「水電」分標商於「天花板」工程之界面事件。
賴宇亭	考慮工程界面之新進度網圖模式	2000	建築	將界面問題納入工程進度網圖模式內考量，以隨工程之進行，瞭解其時程可能遭遇之工程界面。為之發展之「工程界面上自動表達系統」乃基於過往研究成果和目前工程現況，將繁雜之現場作業簡化為各類

作者	文獻	時間	工程類型	摘要
				型代表「元件」間之交互作用，而這些交互作用亦可以幾種「界面作用」來代表。此系統可將現況中之施工界面影響簡單劃分成幾個具代表性之類型，使得對界面此一不確定因素之資訊掌握更為確實、更為有助於管理手段之實行。
劉正章	考慮界面影響之施工進度網圖模式－以 NETCOR 網圖模式為基礎	2001	建築	引入「工程界面自動表達系統」建立模式之離形再以 NETCOR 網圖模式為基礎，將原本僅能定性之基礎離形，轉化為能計算各作業隱含界面對工期等影響量之完整模型，評估界面對工期之可能影響量和各界面、各作業於界面管理上之重要程度，並利用此模式之評估結果針對界面管理之專案、路徑、階段與作業四個階層，分別提出有助益之資訊，亦可透過模擬結果，獲取各界面作用隨工程進展之累積趨勢，以期瞭解在工程各階段內，分別要注重何種界面作用，作為管理者決策之用。
江文章	界面表達系統與界面管理體系之研究－以土建與機電之界面為對象	2002	土木	建立一靜態界面表達系統，用以描述作業與作業間的關係，並對專案工程的執行做一完整、即時、動態的界面管控，協助工程師作界面管理；提出一在工程推動過程中，以績效化的界面管理體系與手段，擬定出專案工程界面管理的控管流程與運作機制，以建立專案工程界面管理運作體系。
林宗銘	捷運工程施工階段土機介面管理模式之研究	2003	土木	藉由擬定施工作業界面管控體系，建立關鍵性作業與注意事項，可能問題及可行對策之控制措施以及研擬可行對策之作業方式，建立捷運工程施工階段土機介面管理模式。
陳曉晴	建築工程機電系統施工界面整合之探討	2004	建築	將種類及工項繁雜的機電工程現場管理經驗條理化與邏輯化，透過套圖階段與施工階段之整合，找出合理的機電系統施工排序，建立各系統及全系統分項施工排序以及施工排序邏輯網圖供現場做較佳之

作者	文獻	時間	工程類型	摘要
				時程控管依據，釐清機電工程施工中容易發生的界面問題。
莊知軒	建築工程施工 界面問題之市 庫之建立	2006	建築	利用示意圖形、施工照片佐以介面注意事項，藉以體會界面問題之相關資訊，並以階層性分類方式做為知識庫的基礎架構對施工界面問題進行收集與施工單元之界面問題之案例展示，並探討問題之建議解決方式。

亦有不少界面管理的研究由空間管理的角度切入，利用施工規劃(site layout planning)降低空間衝突及考慮空間限制(space constraints)之進度管理技術，且已成功界定空間的特性並提供解決衝突的方法，茲將以空間為切入點的界面相關研究列舉如表 2-7。

表 2-7 以空間為切入點之界面研究

作者	文獻	時間	摘要
Tommlein, I. D., Zouein, P. P.	Interactive Dynamic Layout Planning.	1993	提出的MovePlan 進度管理系統將空間視為作業資源，在進行進度管理時同時模擬作業的空間需求，依據不同施工階段產生施工規劃配置，並藉由調整作業時程來減低空間衝突發生。
Thabet, W. Y., Beliveau, Y. J.	Modeling Workspace to Schedule Repetitive Floors in Multistory Building.	1994	設計一可供高層建築之進度管理模式中將作業空間需求予以量化。
Riley, D. R., Sanvido, V.E.	Patterns of Construction-Space Use in Multistory Buildings.	1995	提出敘述性的空間型式及主要的空間使用類型提供建築工程施工時進行邏輯性的施工規劃。
Riley, D. R., Sanvido, V.E.	Space Planning Method for Multistory Building Construction.	1997	建立空間規劃方法以確認特定作業之空間需求、界定作業空間位置，並發展各作業之空間先後順序及確認可能發生的空間衝突。
Akinci, B., Fisher, M., Kunz, J., Levitt, R.	Representing Workspaces Generically in Construction Method Models.	2002	提出描述施工空間需求之實體論，以自動產生特定專案作業的空間需求。

作者	文獻	時間	摘要
Akinci, B., Fisher, M., Kunz, J.	Automated Generation of Workspaces Required by Construction Activities.	2002	發展 4D SpaceGen 系統以決定作業佔據空間之時間、地點、時程及空間大小。
Bernold, L. E.	Spatial Integration in Construction.	2002	以數位化的空間設計資料以數位空間模型結合於施工機具，以協助解決作業的空間衝突。
Gou, S. S.	Identification and Resolution of Workspace Conflicts in Building Construction.	2002	考量空間可行性、空間重疊及生產力損失等空間限制，整合電腦輔助設計及進度管理軟體以動態方式界定空間衝突，並提供決策規範(如施工順序邏輯、空間變化性、開始時間及佔據空間之時程等)以利空間衝突分析及解決。

## 2.5 小結

目前各項研究已從許多不同的角度來針對界面管理及整合作討論，但大型工程部分之整合僅見於“土木-機電管理模式”之研究。但在該模式當中僅有輪廓性之說明，尚未討論到應如何運用此概念，即什麼時候開始進行？如何進行？同樣的在此模式中有提到界面的影響可分為圖面整合及施工協調兩個部份，因此本研究將在後續以高鐵工程變電站機房為例針對此兩部份進行探討，及其在建立機制時的動機，使能夠建立其概念以了解此機制建立之情形。

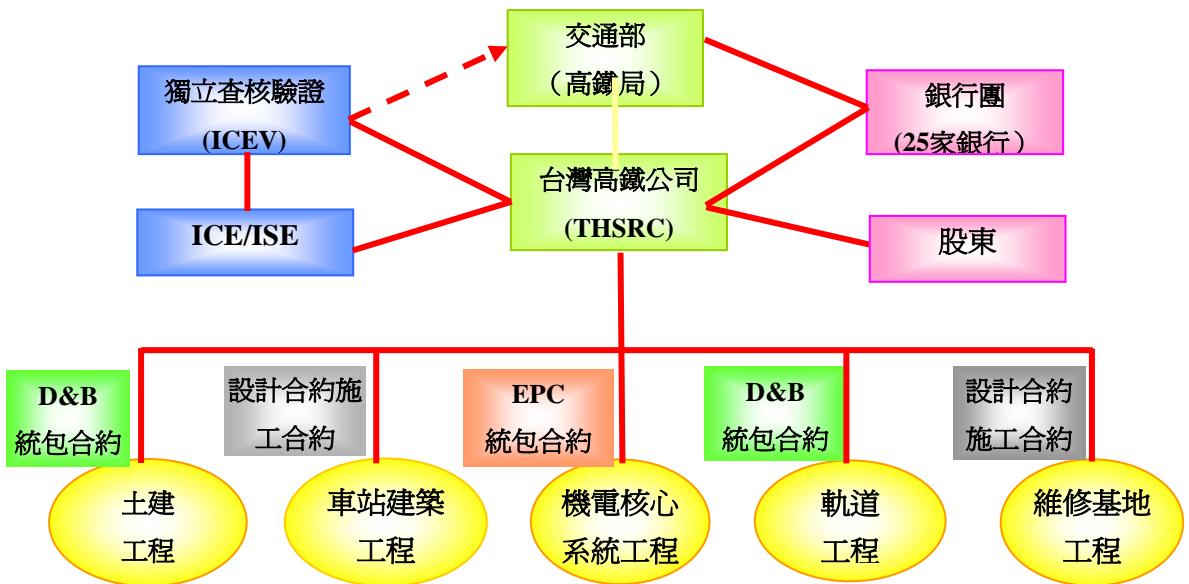
## 第三章 高鐵工程全線界面管理系統

### 3.1 前言

相較於捷運系統屬於都會型大眾運輸（目前以大台北地區及高雄地區為主），高速鐵路則是連結從台北到高雄左營之間之城際運輸，全長約 345 公里，沿途經過 14 縣市、77 市鄉鎮區，高鐵營運時最高時速達 300km/hr，也就是從台北經台中到高雄左營只需花費 90 分鐘，如此可增加承繼間之活絡，並縮短往返之時間，以達台灣高鐵公司所稱之「一日生活圈」。高鐵營運後，於各都會區可與台鐵、捷運、公車等運輸系統進行橫向整合，整合層面包含路線、場站、班表及票證等服務，促成全面性的高速大眾運輸網絡。

台灣高速鐵路建設計劃係採用 BOT(Build – Operate – Transfer) 模式，由政府交由民間之台灣高鐵公司投資興建 (Build) 與營運 (Operate)，並於特許營運期滿後，再將高鐵系統移轉 (Transfer) 給政府，與捷運並不相同。

此外，以往由捷運局主導工程設計及施工監造，承包廠商只需做好施工計劃、材料提送、材料試驗、施工等角色工作，整體而言較高鐵單純；相較之下，高鐵工程係採設計、施工總包(TURN KEY)方式（詳圖 3-1），承包廠商從設計、施工、自我品管等均一手包辦，人員組織自然龐大且人員素質要求亦較高。



ICE(Independent Checking Engineer)：獨立設計查核工程師

ISE(Independent Site Engineer)：獨立監造工程師

EPC(Engineering Procurement Construction)：工程採購、安裝、測試等統包

D&B(Design & Build)：設計、施工統包

ICEV(Independent Checking Examination Validation)

圖 3-1 高速鐵路工程計畫執行架構（吳福祥，2006）

## 3.2 高速鐵路界面工程之介紹及實務整合

### 3.2.1 前言

台灣高速鐵路工程規模龐大，且為一個國際標工程，其間之界面相當多且繁雜，為方便協調相關界面事項，以高鐵土建 C210 標來說，於核定本之 CIR 裡將界面廠商區分成四個種類：

1. 業主所指定之界面廠商（詳圖 3-4）：此類別為合約內之界面廠商，主要共區分有土建(Civil)、軌道(Trackwork)、核心機電(Core System)、隔音牆(Noise Barrier)、車站(Station) 及基地(Depot) 等界面，其中高鐵土建工程共分十二標段（詳圖 3-2），以高鐵土建 C210 標為例，其界面包含軌道、核心機電、隔音牆以及土建 C215 標，其中又以土建及機電間之界面最為繁複。



- 台北～高雄左營→全長約330公里
- 全線區分為十二個標段
- 結構型態比例為：

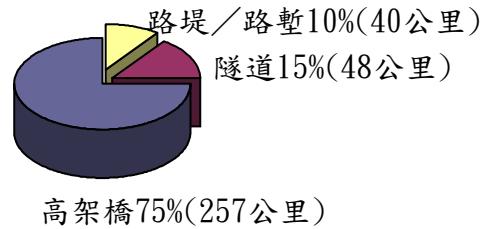


圖 3-2 高速鐵路土建工程範圍

2. 政府主管機關等單位：如台北縣政府，桃園縣政府，龜山鄉公所等
3. 管線單位：自來水公司、瓦斯公司、台灣電力公司、中國石油公司等
4. 其他單位：如軍方、居民陳情等

上述第二、三、四項為協調單位。

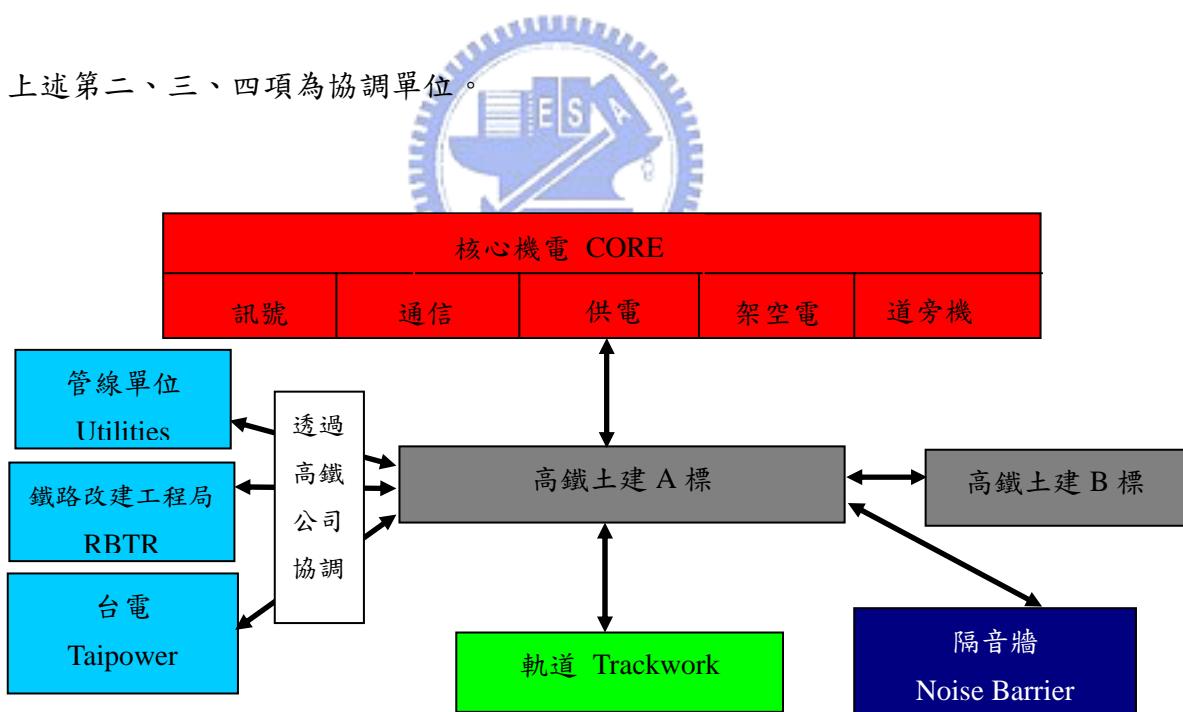


圖 3-3 高鐵土建 A 標與界面廠商之關係

以高鐵土建 A 標為中心，其所需接觸之界面協調單位如 3-3 圖所示，另由於管線單位，地鐵局以及台電非高鐵合約內之界面廠商，因此需透過高鐵公司作媒介進行相關界面協調。

### 3.2.2 設計前及設計中的階段

由於高速鐵路土建工程採取統包方式（設計+施工），因此業主-台灣高鐵公司將合約圖說（Standard Drawing）交給承商後，由承商進行細部設計（Definitive Design – Intermediate Design – Final Design）及施工設計圖說，同時以 fast-tracking 的方式分階段同時進行施工以縮短計劃工期。

承包商根據合約要求於各標段內依不同性質，不同類型區分成若干個設計單元，以簡化設計工作，以高鐵 A 標為例，其設計單元區分如表 3-1：

表 3-1 設計單元與各界面廠商之關連

設計單元 代碼	設計單元之描述	界面廠商 (Interfacing Parties)				
		機電系統	軌道系統	隔音牆	土建	地鐵局 C215 標
DU 01	設計說明					
DU 02	線性設計	○	○		○	○
DU 03	第 I 型高架橋 範圍：TK16+799.626 - TK17+115, TK17+285 - TK17+710	○	○	○		○
DU 04	第 I 型高架橋 範圍： TK17+870 – TK18+992.5	○	○	○		
DU 05	第 I 型高架橋 範圍：TK21+187 – 21+488.5, TK21+553.5 – TK21+568	○	○	○		
DU 06	第 II 型高架橋 範圍： TK17+115 – TK17+285	○	○	○		
DU 07	第 II 型高架橋 範圍： TK17+710 – TK17+870	○	○	○		
DU 08	第 III 型高架橋 範圍： TK21+488.5 – 21+553.5	○	○	○		
DU 09	迴龍隧道北洞口路堤段 範圍： TK18+992.5 – TK19+049	○	○	○		
DU 10	迴龍主隧道段及洞口 範圍： TK19+017.358 – TK 20+981.5, TK 21+135 – TK21.166.5	○	○			
DU 11	迴龍隧道南洞口明挖覆蓋段 範圍： TK20+981.5 – 21+1365	○	○			

設計單元 代碼	設計單元之描述	界面廠商 (Interfacing Parties)				
		機電系統	軌道系統	隔音牆	土建	地鐵局 C215 標
DU 12	迴龍隧道南洞口路堤段 範圍： TK20+981.5 – TK21+187	○	○	○		
DU 13	林口隧道北洞口路堤段 範圍： TK21+568.5 – TK21+609	○	○	○		
DU 14	林口主隧道段 範圍：TK21+583.5 – TK28+011	○	○			
DU 15	豎井 A 位置：TK24+110 永久結構體	○				
DU 16	林口隧道南洞口路堤段 範圍： TK28+011 – TK28+080	○	○	○	○	
DU 18	小房間	○				
DU 27	豎井 B 位置：TK25+286 永久結構體	○				

※ (上列各設計單元之敘述中，有“○”記號表示與該界面廠商有界面關係)



在各設計階段前，承包商應以書面向機電界面廠商要求並取得該設計階段所需的界面資料，而機電承商根據合約之要求分階段（詳表 3-2 及表 3-3）提供相關機電圖說文件及需求，承商檢核取得之界面資料，如足夠該設計階段之所需，再以書面表示接受，且土建廠商在設計的同時將機電廠商提供之相關機電圖說文件及需求適時納入。

表 3-2 土建合約規範廠商所需取得及提供界面資料時程

界面廠商 階段性資訊提供	土建廠商取得所需界面資料時程	土建廠商需納入機電之主要界面項目 (機電廠商於各階段須提供訊息項目)
第 2 階段	2001/4/2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確認變電站及特殊功能建物位置及所有尺寸需求，包含空間需求，建物/房間設置，電纜槽之規格，設備進出門尺寸等</li> <li>2. 確認基座及預埋件大小需求</li> <li>3. 初步變電站設備配置需求，包含設備重量/大小及容許誤差範圍等</li> <li>4. 機電需求初步納入 CSD &amp; SEM 圖說供界面廠商審閱</li> <li>5. 預埋建的最終需求包含隧道襯砌</li> <li>6. 特殊/重物吊舉之需求</li> <li>7. 設備運送通道需求</li> </ol>
第 2A 階段	2001/7/31	變電站設備配置”最終需求”，包含設備重量/大小及容許誤差範圍等
第 3 階段	2002/1/31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 詳細之建物裝修需求</li> <li>2. 設備運送通道及吊運最終需求</li> <li>3. 最終版 CSD/SEM 圖說納入並供界面廠商審閱</li> </ol>

表 3-3 機電合約規範廠商所需取得及提供界面資料時程

界面廠商 階段性資訊提供	機電廠商提供所需界面資料時程
第 2 階段	2001/4/10
第 2 階段修正版	2001/7/31
第 2A 階段	2001/10/15

第 2A 階段修正版	2002/1/31
第 3 階段	2002/3/4
第 3 階段修正版	2002/7/1

在各設計階段，土建廠商與機電廠商彼此間連絡和協調，以達成一經充份協調的「設計」；承包商在各設計階段完成時，遞送「設計」有界面的部份給相關界面廠商檢核，如同意將界面廠商檢核後之某些可適用的意見納入「設計」時，再以書面告知界面廠商；界面廠商再將可適用的檢核意見納入其「設計」後，已可符合承包商的界面需求，再以書面向界面廠商表示同意。

### 3.2.3 施工階段

與界面廠商協調合作所有工地相關事項，包括：進出通路、使用權、施工安全、工程相容性的變更、以及測量控制等。如某施工項目已完成，可以現地檢驗是否符合界面廠商的界面需求時，應預先通知界面廠商，並提供方便界面廠商到達現地的通路。

承包商的工程中，如有任何和界面有關的元件，在完成或將完成時，承包商以書面方式通知界面廠商：該界面有關的工作已竣工，可供檢查。並提供需要的通路和使用權。在界面廠商確認該工程符合界面需求後，以書面表示符合界面需求。

### 3.2.4 竣工移交階段

在收到界面廠商書面申請「界面工作完成（Interface Compliance）」之檢查通知後，界面廠商將會同查驗該申請所含括之『本工程』或「區段」。以土建 A 標為例，總長十一公里的範圍切割成四個區段分段檢查。此會同查驗應以核可後圖說文件作為檢查『本工程』或「區段」之根據。

界面廠商於檢查後應以書面列表：在「界面工作完成證明（Interface Compliance Letter）」簽發前，若有界面項目缺失，則受檢廠商應完成或應改正未完成之項目以及於「缺失改正期」內完成或改正之項目。

缺失改善後再次依上述步驟申請複查，經界面廠商複查確認無誤後簽發「界面完成證明（Interface Compliance Letter）」；倘若在本區段移交檢查時仍有部分缺失未改

善完畢，界面廠商將視其缺失輕重斟酌簽發「界面工作完成證明」，然後續缺失修改部分仍需繼續。

完成上述界面檢查步驟，並經業主檢查認可簽發「主体完成證明（Certificate of Substantial Completion）」後，區段及正式移交予下一進場施作之界面廠商。主体完成後，承包商進出該「主体完成證明」中包含之『本工程』的部分及其附近之『本工地』將有限制。如『本工地』及『本工程』之任何部分已被某界面單位佔用，承包商如欲進入該部分或在該部分工作，應事先申請工作許可並需得到該界面廠商之書面同意。

### 3.2.5 測試運轉階段

在與機電廠商工作互動的部分，機電工程於其他界面廠商（土建工程，軌道工程）完成各自階段性任務後進場施作，此階段之高鐵路權為機電廠商所控管，在完成所有設備安裝並開始系統運轉測試（System Integrate Test, SIT）之際，尤其特別注意安全方面管制。

Operation Control Center（簡稱 OCC）- 行車控制中心（簡稱行控中心），在這個階段扮演了相當重要之角色，在機電設施尚未完成並移交給業主高鐵公司接管負責前，OCC（行控中心）主要以機電廠商人員管控；由於土建以及軌道等廠商仍有缺失待修改，因此，所有界面廠商在進入高鐵路權內作任何工作項目前，得事先申請工作許可並經機電廠商審核過後得到書面同意方可進入工作，此乃申請工作之基本條件。

在進入工區前，需再次以電話聯絡 OCC 作進一步確認再行進入工區工作。如此嚴密的工作申請流程（圖 3-4）意在保護工作人員之生命安全，也確保列車於高速測試過程中無任何干擾。

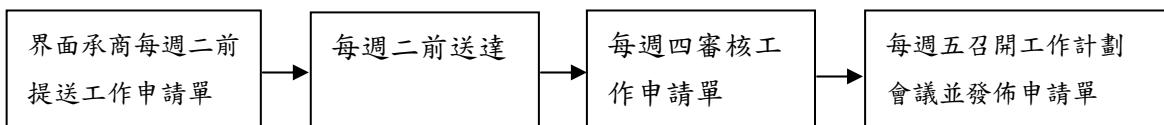


圖 3-4 申請 TCOMP 管制區（高鐵路權）流程圖

根據圖 3-4-申請進入高鐵路權之第一步驟-「界面承商每週二前提送工作申請單」，一旦機電廠商准許各界面廠商之申請單，將另發機電廠商核可（包含核可章及許可號碼）之工作許可單（詳圖 3-5）予界面廠商，其內容包含廠商欲工作日期時間，

工作區域，工作人數等均需詳細且確實，且界面廠商之工作人員均須接受嚴格之安全衛生訓練，且考試合格通過方可進入工作。

PERMIT TO WORK		APPROVED BY FCM/ECM	FOR PTW AUTHORISATION CONTACT		WORK APPLICATION NUMBER	
<b>Part A: Request authority to access and carryout PLANNED work or inspection (WPS to OCC, DC or WS)</b>						
Subsystem	Description of work		28/02/2006	21/03/2006	28/03/2006	23/03/2006
Day			Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday
Date						24/03/2006
Time (hrs)	Start Finish	Track				25/03/2006
Main line	Wayside	KM fronto				26/03/2006
	Track	Building				
	OCS	KM fronto				
	OCS	Turnouts				
Worksite Location	Name	KM fronto				
	Wayside	Building				
	Depot	Track				
	Track	Between				
	OCS	Track				
	OCS	Between				
Worksite protection	Traction power isolation required					
	OCS portable earths required					
	Lockouts required					
	Worksite marker boards required					
	Worksite boundaries required					
	Other (please describe)					
Waiver of constraint issued (described)						
Track Vehicle Configuration						
Ingress Point to TCOMP						
Egress Point from TCOMP						
Number of Personnel in work party						
WPS Name and TCOMP Number						
WPS contact number (mobile/telephone)						
<b>Part B: Authorisation of Permit to Work (OCC, DC or WS to WPS)</b>						
Electrical Power to the above area is ISOLATED / ENERGISED (DCS / Isolated)		<input type="checkbox"/> Isolated	<input type="checkbox"/> Energised	<input type="checkbox"/> Isolated	<input type="checkbox"/> Energised	<input type="checkbox"/> Isolated
FACILITY CONTROL NUMBER		FC	FC	FC	FC	FC
PTW authorisation Time (hrs)						
<b>Part C: Handover of Work Party Supervisor Duties (WPS to OCC, DC or WS)</b>						
Handover to WPS Name						
WPS contact number (mobile/telephone)						
TCOMP Number						
Time (hrs)						
<b>Part D: Completion (WPS to OCC, DC or WS)</b>						
Work is complete & worksite clear of all personnel, equipment and worksite protection devices and restored to normal operating condition (COC)						
Work is complete & worksite clear of all personnel and handed back with the following restriction (described)						
PTW Surrender Time (hrs)						

圖 3-5 工作許可單

### 3.3 界面協調報告及界面協調計劃

土建承包商依合約規定，準備預定之「界面協調報告」，及預定之「界面協調計劃」，以詳細說明承包商對界面協調的計劃。而後，應隨時更新之，並每三個月一次提給業主代表，供其參考、審核和批示，且其主要事項的摘要應含於「月進度報告」中。

「界面協調報告」(CIR) 是為：敘述承包商界面管理制度的文件，清楚說明各界面的技術性和次序性、及承包商預定如何達成經協調的設計和經協調的施工，且要例証此經協調的設計和施工，完全符合其他界面廠商的要求。而這些說明是否被其他界面廠商接受，將成為業主代表簽發”無異議聲明”的先決條件。

「界面協調計劃」(CIP) 是為：敘述各界面廠商工作範疇之時程和順序的計劃，清楚詳述『本工程』與各界面廠商的工作之間的互相依賴性，及補充「界面協調報告」的內容。此計劃應依照「承包商基本計劃」(Baseline Programme)制定，且應顯示與

界面廠商互相同意之：各界面將執行的時程和順序，至能夠清楚說明，所需的詳細程度。

「界面協調報告」和「界面協調計劃」應包含下列工作項目：

1. 與其他界面廠商協調，確定界面的認定和界定之互容性。
2. 傳送給界面廠商與提給業主代表的，應為一致。
3. 補充、佐證已被核準的 Baseline Programme。
4. 明確區分各設計單元，及設計和施工的階段。
5. 詳細表列所有相關界面、其情況、和對應的資料等之出處。
6. 包含經界面廠商同意的界面資料移轉日期。
7. 附有業主代表要求之意見和加註等。
8. 遵照業主代表提供的內容綱要、序號制、及相關程序等。
9. 包含如何處理界面的說明。
10. 確認與界面廠商間的協議和資料移轉等的最新資訊。
11. 與界面廠商確認任何有關協調的問題。
12. 確認在”移交”時界面廠商之施工條款的特別規定，和工作空間的分配，充份的通道和暫時設備的條款。

### 3.4 協調用圖樣

對電機、機械、建築和核心系統等的單元工作，為達成有經過充份協調的「設計」，及確保不同的設施間的相容性，和足夠的空間需求。承包商應研定並保持「第一階段設施協調圖」，清楚詳示和「承包商設計」有關的其他界面廠商之需求，如特殊配置、空間分配、預植項目、主要和次要的固定件、設備/柱基的套管灌漿、托架鑽孔及固定，預埋及表層安裝的管道等。這些圖應包括合併的配置及斷面等，詳示所有界面廠商的空間需求，和確認：待解決、已界定及已解決的項目等。

在設計過程中，以「綜合設施圖」(CSD)及「結構機電圖」(SEM)補充加入設施

協調圖等。(CSD)和(SEM)應清楚、詳盡、明確的顯示主要設施的內容，與對應的設備/結構等的容許度。這些圖雖不需複示所有施工圖的細節，但仍要有平面、斷面及立面等，以清楚例示不同項目間的相容關係。

(CSD)圖應標示：機電設施和核心系統安裝件等的個別預定位置、管線路徑、和空間對應關係等，這些都已經過和其個別及結構工程等的充份協調。此圖樣也應清楚標明纜線或纜線槽位置，及主幹線和纜線的路徑等，詳圖 3-6。

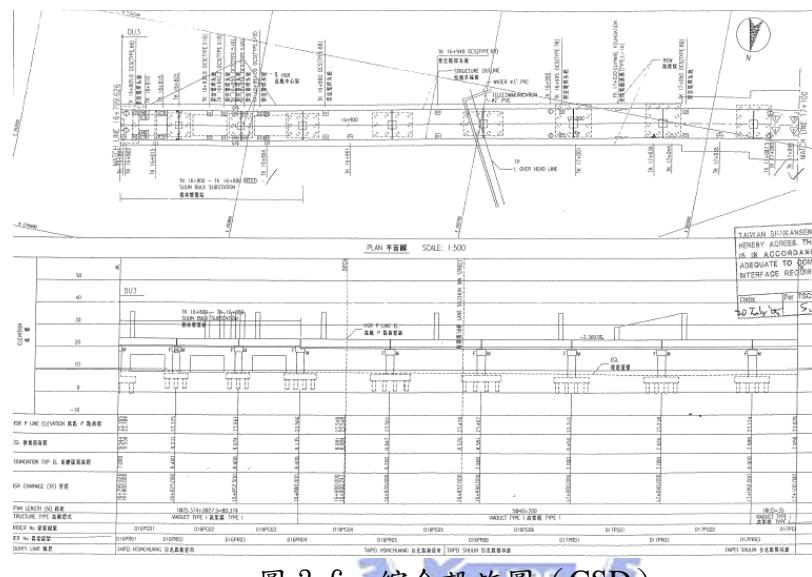


圖 3-6 綜合設施圖 (CSD)

(SEM) 應標明：電機設施和核心系統安裝件等的結構需求，包括（但不限定）：開口、穿孔、套管、柱基預埋、起重樑及通道開孔等，詳圖 3-7。

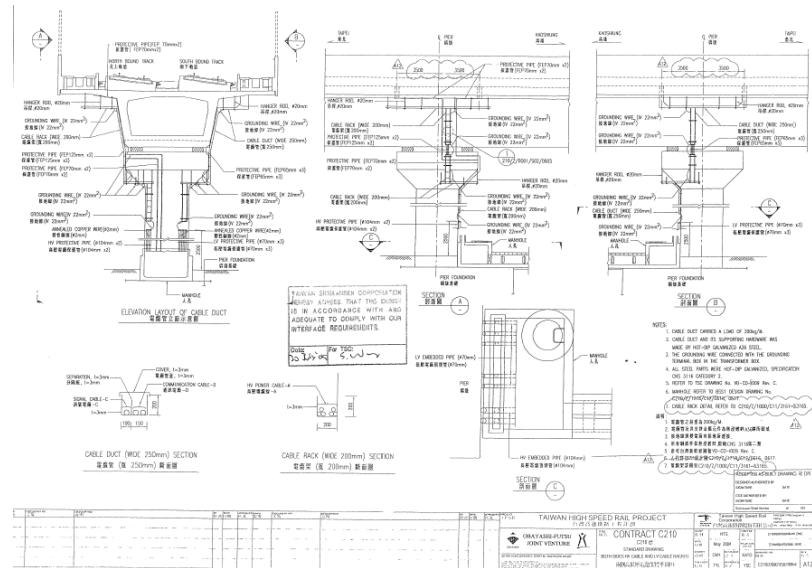


圖 3-7 結構機電圖 (SEM)

(CSD)和(SEM)圖應運用於和各界面廠商的協調之用，並應隨時更新，以反映最近的界面狀況，本圖樣等之複本應隨「設計提送文件」提給業主代表。此流程使整個界面的互動相當頻繁且整合更加嚴謹完整。其流程如下頁所示：

在運送路線圖(DRD)中，承包商應以圖詳示：為安全順利的運輸和組裝設備，如何及以何路線，界面廠商可接受並取得往承包商工地的通路。圖上也應列示界面廠商為安全運輸設備所需要的合理規定，包括能適合重荷設備運至建物位置的高承載通路的規定。也應詳示在建物內部可行進的路線，並確定門和走道的寬度是否足夠？及標示安全起重的規定(如需要)。

圖 3-8 為土建廠商依據合約提供變電站 A 之聯絡道路配置圖說給機電廠商審視，目的使機電廠商運送機電設備時之進出通道 (access road)。機電廠商根據所需通道條件及機電設備之荷重提供給土建廠商已為土建設計之依據，上圖 Route 1 (路徑一)為最初所選取供機電廠商運送設備之路線，然經實地勘查發現“路徑一”的問題有：道路寬度不足，大車進出不便，且無法提供大型板車回車之路徑，再加上台北縣政府將此路段設定為綠帶預定地，界面過於複雜，因此不考慮“路徑一”。相反地，“路徑二”為由圖 3-8 之左下方道路彎進“路徑二”，其路線符合機電廠商之需求，且無複雜之界面，因此最終選擇“路徑二”。

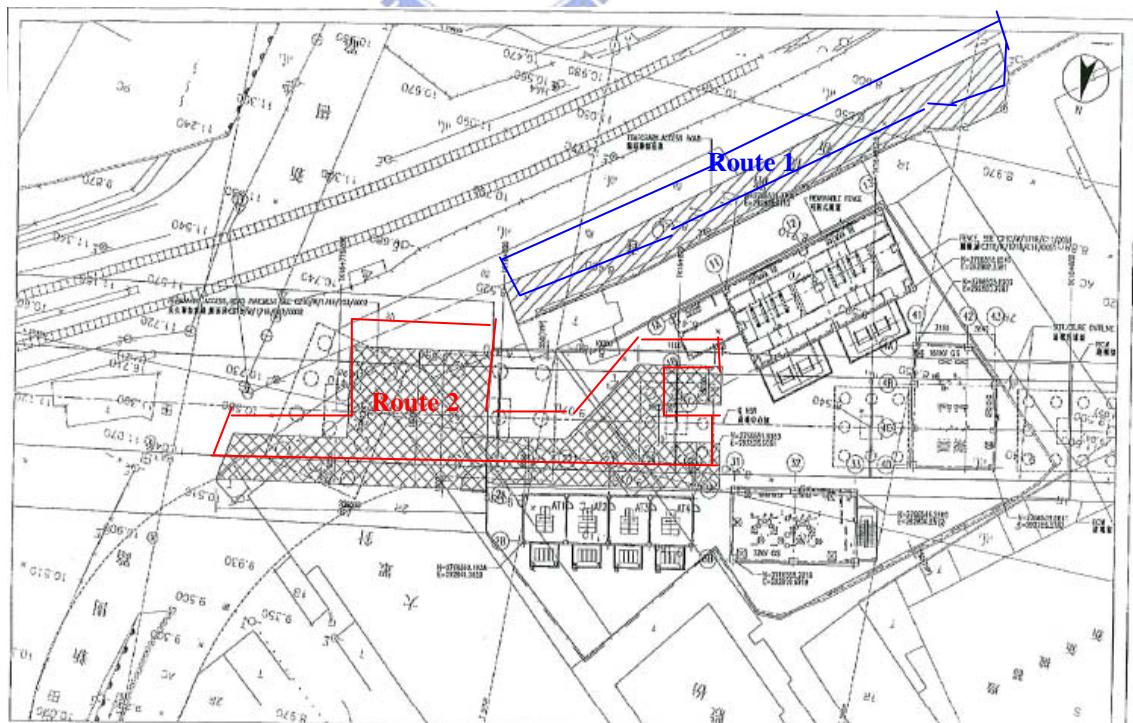


圖 3-8 變電站聯絡道路配置圖 (DRD)

界面分界圖(IDD)中，承包商應以圖解方式，詳示承包商與其他界面廠商間，工作責任範疇之各界面的分界線，詳圖 3-9。

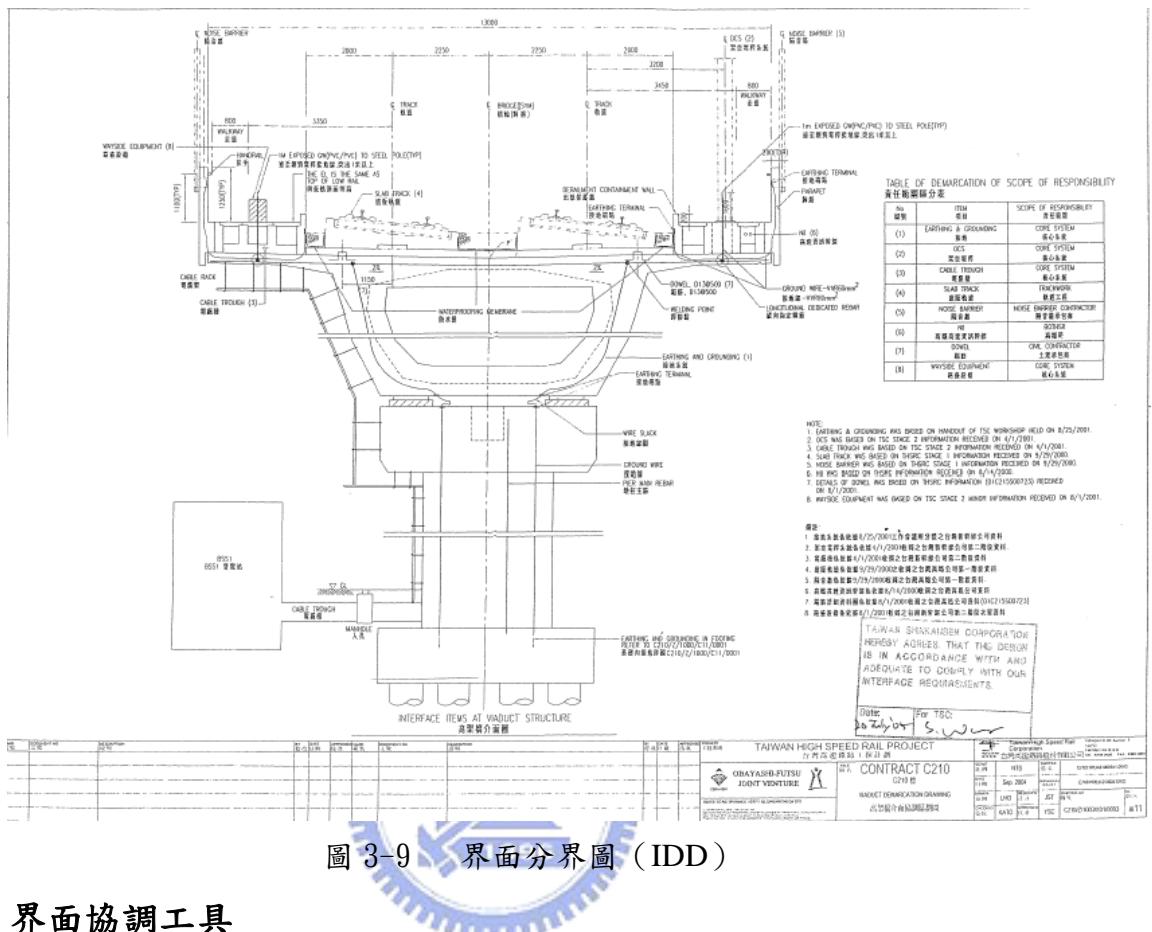


圖 3-9 界面分界圖 (IDD)

### 3.5 界面協調工具

高鐵工程規模龐大，所需人力物力亦是相當可觀，其間之界面問題相當繁雜，因此界面問題能否順利解決為專案工程能否如期如質完工的其中一個重要因素。以下就高鐵界面協調方式作一說明：

#### 1. 界面協調會議 (Interface Coordination Meeting)

界面協調會議由界面廠商間辦理，參加單位為界面廠商及業主代表，討論的內容除了一般界面進場時程以及界面項目之外，各單位如果在工作中發現必須協調的項目，也可以在會議中提案討論。界面會議每個月召開一次，會議原則上是以所謂的彼此未結案項目管制表 (Outstanding Item List) 作為議程資料之檢討。

倘若討論之界面項目範圍較偏向技術或是設計層面且需要進一步溝通細節時，則界面廠商間可另行針對某一議題獨立召開會議，以解決界面間之問題。

## 2. 界面管制文件 (RFI & Document)

不論設計階段或施工階段，對與合約內某一項目與界面廠商有關係時，皆以RFI (Request for Information)『疑義澄清表』(詳表 3-4) 之方式送交相關界面廠商回覆，當界面廠商收到疑義澄清表時，有義務針對界面間之問題於時間內提出回覆，以解決界面問題；若土建廠商對於界面廠商之回覆仍嫌不足或未澄清，則可再次提出問題；反之，若土建廠商可接受界面廠商之回覆，則視之為結案項目(Closed out)。

若久未收到界面廠商之回覆，則將之視為未結案項目（Outstanding Item）並於界面協調會議時提出或發文再次告知，提醒界面廠商請求盡快回覆，以避免界面間之間問題懸而未決影響廠商之工作進度。

表 3-4 疑義澄清表

## **Form RFI**

## **Request For Information / Clarification**

疑義澄清表

To: 發送給	From: Date: 發送單位及日期
CC: 副本抄送	Reference No: 210-RFI-OFJV-xxx-000x-05 Pages:      pages (including cover) 表編號
Subject: 主題	Requested reply date: 要求回覆時間
Description: 敘述	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Attachment: 附件	
Signed by: 簽名	Date: 日期
	
Reply: <u>回覆內容</u>	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Replied by: 回覆人	Date: 回覆日期
Attachment: _____ 附件	CC: _____ 副本抄送

### 3. 主界面管理表 (Interface Master Log)

業主台灣高鐵公司為方便掌控界面廠商間之界面事件處理情況，因而發展出一套界面管理系統之軟體，此界面管理系統被設計成使用者（業主及界面廠商指定之界面人員）在業主與界面廠商間之組織架構下負責界面管理，它是一個三個連帶者之關係系統，包含“業主方”利用網域瀏覽器（web browser）作為操作工具，以及網域伺服器（web server）提供進入台灣高鐵公司內部網絡（Internet），它也提供一個紀錄單一界面事件始末的功能並登錄任何單一界面事件之改變，還有協助提供正確性，紀錄性，完整性的訊息，其流程如圖 3-10 所示。

IMS – 主界面管理系統採用 MS.SQL 作為資料庫系統，所有界面紀錄均儲存在以下四個資料庫中，表 3-5 針對各資料庫作特性說明。

表 3-5 資料庫處理過程說明

資料庫	資料處理敘述
輸入表 Input Table	界面承商提供界面紀錄並鍵入”輸入表”中，所有鍵入的資料當中將會存入在”輸入表”中，直到業主授權代表，如：駐地工程師，界面經理或界面管理閱覽過。一旦紀錄閱覽過後，業主授權代表將此筆紀錄移轉到主界面管理表（Master Interface Log）以及歷史紀錄資料庫中，只有原始使用者可以修正”輸入表”內之紀錄。
主界面管理表 Master Interface Log	主界面紀錄表係系統中主要的資料表，它儲存了目前所有界面事件之相關紀錄，且只有使用者才能去修改它。一旦資料修改完成後，它將被轉移至”更新”表欄底下。
更新表 Update Table	“界面廠商間對於某單一界面事件之協調情形有所改變”，時使用者將改變的部份修改並儲存於『更新表』中，這些資料在即將轉存入”主界面紀錄表”以及加入”歷史紀錄表”之前會由業主之授權代表審視之。
歷史紀錄表 History	此系統督察並記錄所有輸入的資料以及修正的部分，紀錄將自動轉存入”歷史紀錄表”中以為查核用。

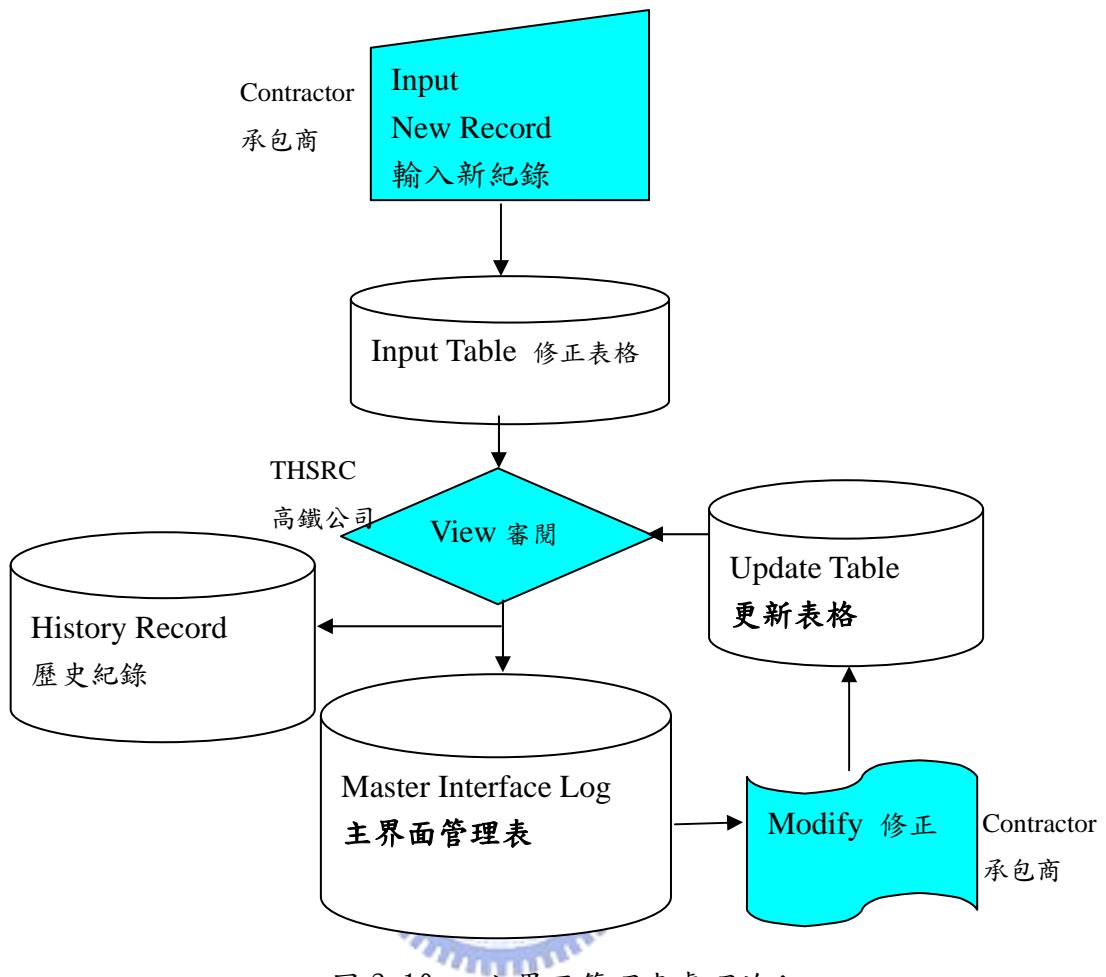


圖 3-10 主界面管理表處理流程

#### 4. CSD/SEM/IDD/DRD 圖說

誠如 3.2.5 節所述根據界面廠商提送之各階段相關界面圖說，供土建廠商製作 CSD/SEM/IDD/DRD 圖說，並於每階段完成後送交相關界面廠商審查並確認。若確認完後機電廠商的需求如果還有衝突則透過協調解決，將最新需求放入下一版修正。

#### 5. 三月預定進度報表（Three Monthly Programme）

除了 CIP 網圖以外，土建承商必須預告其工作進度給界面廠商，以便界面廠商配合。這個工作進度的預告資料稱為 Three Monthly Programme。

#### 6. 其他協調工具

除了上述各種協調方式以外，工地配合實際需要，往往召開各種協調會議、

現場會勘來解決實際的界面問題。另外，發公文來解決界面問題也是常見的處理方式。至於電話聯絡或直接到對方辦公室溝通更協調工程師的家常便飯。從另一個角度來說，「開會」、「溝通」及「發文」永遠是最基本的協調工具。

### 3.6 裕里程碑 (Milestone)

在計價中心（Price Center）中，由業主指定之界面成果的里程碑等，應以『本合約』開工日起算的每 6 個月為一時段。在各里程碑期限日的 8 週前或更早，業主代表將對承包商的界面管理制度，進行滿意度和品質的稽核。該稽核將評估承包商對下列各項的符合程度：

1. 合約及其他有關界面協調規定的責任。
2. 「協調界面報告」及「協調界面預定進度」等的準備。
3. Combined Service Drawing (CSD) - 綜合設施圖。
4. Structural Electrical Mechanical Drawing (SEM) - 結構機電圖。
5. Delivery Route Drawing (DRD) - 運送路線圖。
6. Interface Demarcation Drawing (IDD) - 界面分界圖。

如承包商不符合規定，將被通知：在"里程碑"證書簽發前應完成改善解決。

## 第四章 台北捷運工程與高速鐵路工程界面管理系統比較

台北捷運已完成若干條路線，且如 2.1 節所述目前正朝第二及第三階段邁進，期能完成大台北地區之大眾捷運系統。而捷運之整體工程自規劃、設計、發包、施工各階段的運作已相當純熟，與第一次以 BOT 興建中之高速鐵路工程相比，自有許多不同之處，本章將就工程界面比較捷運與高鐵之不同處。

### 4.1 界面整合方法之比較

台北捷運之界面整合是以捷運公司為中心扮演居中協調整合之角色，亦即界面廠商間於任何階段所產生之任何衝突或是合約上不完整之處，均由業主出面澄清解決；反之，台灣高鐵則是全權交由界面廠商，依合約之規定要求處理各階段之界面技術問題。

### 4.2 高鐵與捷運於各階段之界面工作項目

表 4-1 就高鐵工程及台北捷運工程於規劃階段，設計階段及施工階段，其界面所涵蓋的項目作一整理。

表 4-1 高鐵與捷運於各階段之界面工作項目

	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
定義	機電標所需與土建標之設計、施工存有之實體安排關係之協調事項。	機電標所需與土建標之設計、施工存有之實體安排關係之協調事項
基本規劃	1. 彙整土建設設計單位及其他單位之基本需求。 2. 委約圖說中的界面規劃。 3. 細部設計顧問服務合約草案中之界面工作規定。	依高鐵合約之標準圖為基底，作為土建之設計雛形。
細部設計	1. 細部設計顧問設計文件之送審及審查。 2. 機電承商使用土建圖說確認並修正設定單位之預估需求。	1. 機電承商提供機電需求圖說為土建納入設計。 2. 納入機電需求之設計圖說送機電承商審查確認。
施工	1. 依界面需求管制程序招開施工安裝計畫及施工安裝計畫	1. 施工界面圖說請機電承商確認或修正。

	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
	會議。 2. 施工界面圖說請機電承商確認或修正。 3. 混凝土澆注前檢驗。 4. 機電標設備進場安裝協調。	2. 混凝土澆注前檢驗。 3. 機電標設備進場協調。

台北捷運業主於規劃設計階段將細部設計完成，承商只需針對設計圖說發展施工圖說，專注於施工即可；反之，由於高鐵採取統包方式，高鐵局完成初步規劃設計後，由承商繼續細部設計以及施工作業，且由於工期時間短，承商則是邊設計邊施工完成土建工程。

### 4.3 機電/土建工程界面管理之比較

表 4-2 針對高鐵工程及台北捷運於土建/機電工作互動，水電/環控之配合，以及安全管制等方面作一比較。

表 4-2 機電/土建工程界面管理之比較

主要考量項目	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
土建/機電工作的互動	捷運建設初期以土建為主，機電為輔機電工程管線的佈設，設備位置的安排，進場時機及工作環境的配合，均仰賴土建藉由 SEM/CSD 圖說，CIP 會議做適當的處理；機電工程進場後，高壓供電前，土建與機電角色逐漸易位，三軌送電後改由機電為主，土建為輔。	高鐵初期以土建為主，機電尚未進場，土建工程施工時遇界面元件如管路、鐵件之埋設及開口位置，等均仰賴 SEM/CSD 圖說，以 Regular Interface Meeting 做適當處置；待土建部分經機電廠商做「界面完成檢查」(Interface Compliance Check) 之後，土建與機電之角色易位，即送電前以機電為主，土建為輔。
水電/環控之配合	主要包括低壓供電，提供機房接地銅排、提供不斷電系統、啟動機房抽排風、啟動空調以及緊急發電機測試等。這些工作看似簡單，實際運作時，卻伴隨大量的界面協調。	由於界面廠商提早進場 (early access) 之緣故，使界面承商彼此在同一工作環境工作，因此包括低壓供電、臨時照明、緊急發電機、幫浦、排風設備等設備共同使用，然於移交後，上述各項裝置將一併列入移交。
安全管制	機電工程到了測試階段尤其重視安全的管制，在工作區段管制上，系統整合工務所(CFO)是最	機電工程於測試階段尤其重視安全管制，因高鐵主線為機電標所掌控，因此其他界面承商均須向

主要考量項目	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
	重要的角色，另外也須考慮捷運公司路權範圍之管制區，再加上其他進入管制區之承商注意其工作區段之月台及軌道沿線之安全。	其申請工作許可並需在進工區前與 OCC(行控中心)取得確認方可進場施作如此嚴密的管控使確保人身之安全。

由表 4-2 比較捷運與高鐵之土建/機電工作的互動，看出兩者於機電工程開始送電後，機電轉為主，而土建轉為輔，且於安全管制上，由於送電階段及試車關係，考量其安全性，均設有一系統整合工務所及行控中心以維持運作。

#### 4.4 界面協調工具之比較

表 4-3 乃針對台北捷運與高鐵兩工程於各階段處理界面協調時所使用之工具作一比較。

表 4-3 界面協調工具之比較

工作生 命週期	主要目的	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
		主要協調方式及工具	
規劃階 段	定義系統需求及執行 方式。	1. 書面及非書面之資訊 溝通。 2. 會簽。	書面及非書面之資訊溝 通。
設計階 段	定義界面責任及協調 工具，作為施工依 據。	1. TARF 及 CMDR 審查 2. 審查會 3. CSD/SEM 圖說 4. 界面事項協定 5. 進場時程 6. 進場條件 7. 細部設計協調	1. 書信及 RFI 資訊溝通。 2. 主界面管理表(Master Interface Log)。 3. 界面協調會議。 4. 界面協調圖說 (CSD/SEM/IDD/DRD)。 5. 界面廠商施工勘驗程 序訂定。 6. 界面協調報告及界面 協調計劃(CIP/CIR)。
施工階 段	1. 解決實際發生的 界面問題。 2. 依合約管理架構 進行各單位的協 調工作。	1. 機電界面會議 (Interface Meeting)。 2. 界面管制文件。 3. CSD/SEM 圖。 4. CIP/ECIP 會議。 5. CIP/ECIP 網圖。 6. 三月/四週預定進度報 表。	1. 界面協調會議 2. 主界面管理表 ( Interface Master Log )。 3. 書信及 RFI 資訊溝通。 4. 界面協調圖說 (CSD/SEM/IDD/DRD)。 5. 界面廠商會勘。

工作生 命週期	主要目的	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
		主要協調方式及工具	
		7. 水泥澆置單。 8. 擴大 CIP/ECIP。 9. 機電、土建、軌道界面協調會報「兩處界面會議」。 10. 進場條件。 11. 機房移交。 12. 安衛協議組織。 13. 軌道工程及道旁工程。 14. 聯合作業審查小組。 15. 設計審查。 16. 其他協調工具(開會、公文、溝通)。	6. 三月預定進度報表。 7. 路權使用及提早進場協調。 8. 進場時程。 9. 進場條件。 10. 界面完成檢查 (Interface Requirement compliance check)。 11. 移交協調 Handover。 12. 界面協調報告及介面協調計劃(CIP/CIR)。 13. 其他協調工具(開會、公文、溝通)。

表 4-3 界面協調工具運用於捷運及高鐵相當多元，且兩者均有一定之工程規模，為使工程界面能夠順利進行，其所使用的工具包含書信往來，會議召開等，值得一提的是，高鐵業主發展一套”主界面管理表”軟體，承商間之界面協調進度成果可藉由此軟體掌控。

## 4.5 界面協調圖說之比較

表 4-4 為台北捷運與高鐵工程在界面協調圖說之使用上做比較說明。

表 4-4 界面協調圖說之比較

	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)	
協調圖說	方法及功能	方法、功能及詳細尺寸大小	
CSD 圖 機 電 整 合 界 面 圖	CSD 協助配置機電設備及主要管路的位置及檢討設備搬運之動線有無衝突，避免設備管路間的實體界面。CSD 圖係作為施工階段 SEM 圖製作之依據，並提供相關承商以準備各自施工圖。	機電設施和核心系統安裝件等的個別預定位置、管線路徑、和空間對應關係等，這些都已經過和其個別及結構工程等的充份協調。此圖樣也應清楚標明纜線或纜線槽位置，及主幹線和纜線的路徑等。	
SEM 圖 結 構 機 電 整 合	SEM 於行控中心、車站、機廠或隧道內，土建工程為配合機電系統	Category-A: 細部設計前之基本資料	電機設施和核心系統安裝件等的結構需求，包括（但不限定）：開口、穿孔、套管、柱基預埋、起重樑及通

	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
協調圖說	方法及功能	方法、功能及詳細尺寸大小
界面圖	<p>安裝，並考量結構安全，綜合整理各關聯承包商所提供之意見需求，將其所需的開孔、機座、套管、預埋物件等，彙整歸納入結構設計圖中，提供土木施工之用途。</p> <p>Category-B: 加入水電標及空調標細部設計顧問與機電系統標的需求。</p> <p>Category-C: 施工階段由各機電承商對 Category-B 進行確認修訂綜合建議綜整而成，提供土建承包商繪製施工圖。</p>	<p>道開孔等。 運用於和各介面廠商的協調之用，並經由介面廠商提送之階段性資訊，隨時更新以納入土建之設計當中，以反映最近的界面狀況。</p>
DRD	無此部分圖說	為安全順利的運輸和組裝設備，如何及以何路線，界面廠商可接受並取得往承包商工地的通路。圖上也應列示界面廠商為安全運輸設備所需要的合理規定，包括能適合重荷設備運至建物位置的高承載通路的規定。也應詳示在建物內部可行進的路線，並確定門和走道的寬度是否足夠？及標示安全起重的規定(如需要)。
IDD	無此部分圖說	以圖解方式，詳示承包商與其他界面廠商間，工作責任範疇之各界面的分界線。
界面圖說來源	<ol style="list-style-type: none"> <li>業主之設計部門提供一套包含機電需求圖說予土建廠商。</li> <li>以此圖說和稍後確定之機電廠商協調機電需求並依此作界面協調圖說。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>先行確定機電廠商，由機電廠商於 delivery date 提供機電需求之圖說予土建廠商。</li> <li>再行納入土建之設計並依此作界面協調圖說。</li> </ol>
界面圖說整合	<ol style="list-style-type: none"> <li>設計階段各界面廠商協調整合界面需求。</li> <li>最終設計階段確認 CSD/SEM，繪</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>設計階段根據界面廠商之界面需求繪製 CSD/SEM。</li> <li>依界面廠商之需求，施工階段修</li> </ol>

	台北捷運 (MRT)	台灣高鐵 (THSR)
協調圖說	方法及功能	方法、功能及詳細尺寸大小
	製施工圖說。	正並繪製施工階段之 CSD/SEM。 3. 依界面廠商之需求及現況為根據，繪製竣工階段之 CSD/SEM。

表 4-4 呈現台北捷運與高鐵於協調圖說之使用，可看出除 CSD 圖（機電整合界面圖）及 SEM 圖（結構機電整合界面圖）為主要界面圖說呈現界面相關工項之外，高鐵工程尚包含 DRD 圖（運輸路線圖）及 IDD 圖（界面區劃圖），以明確界面廠商之工作範圍。

#### 4.6 小結

經由高鐵及捷運工程做各方面之比較所呈現上列比較表，不難發現捷運工程已營運相當長的一段時間，其初期的規劃及設計相當冗長，捷運局扮演一關鍵角色，儘可能將繁雜的界面問題解決，以利後續工程順利進行；相對的，高鐵工程因 BOT 之緣故，工期不長之外，要想在短時間處理相當繁雜的界面問題，除了合約規範制定嚴謹，責任義務劃分儘可能明確外，它給予界面廠商相當大的揮灑空間來處理界面協調事項，設計施工中若有任何界面問題，也是邊做邊協調，也因此責任相對加重；與捷運工程較偏由業主居中協調，確實是最大不同的地方。

## 第五章 高鐵 A 標土木機電界面管理機制之建立過程

### 5.1 高鐵 A 標工程界面管理流程

圖 5-1 為高鐵 A 標界面管理之主要流程，不論設計階段或施工階段均由界面協調開始界面議題，繪製圖說時，設計以及施工階段均納入界面需求以套繪 CSD/SEM 圖。

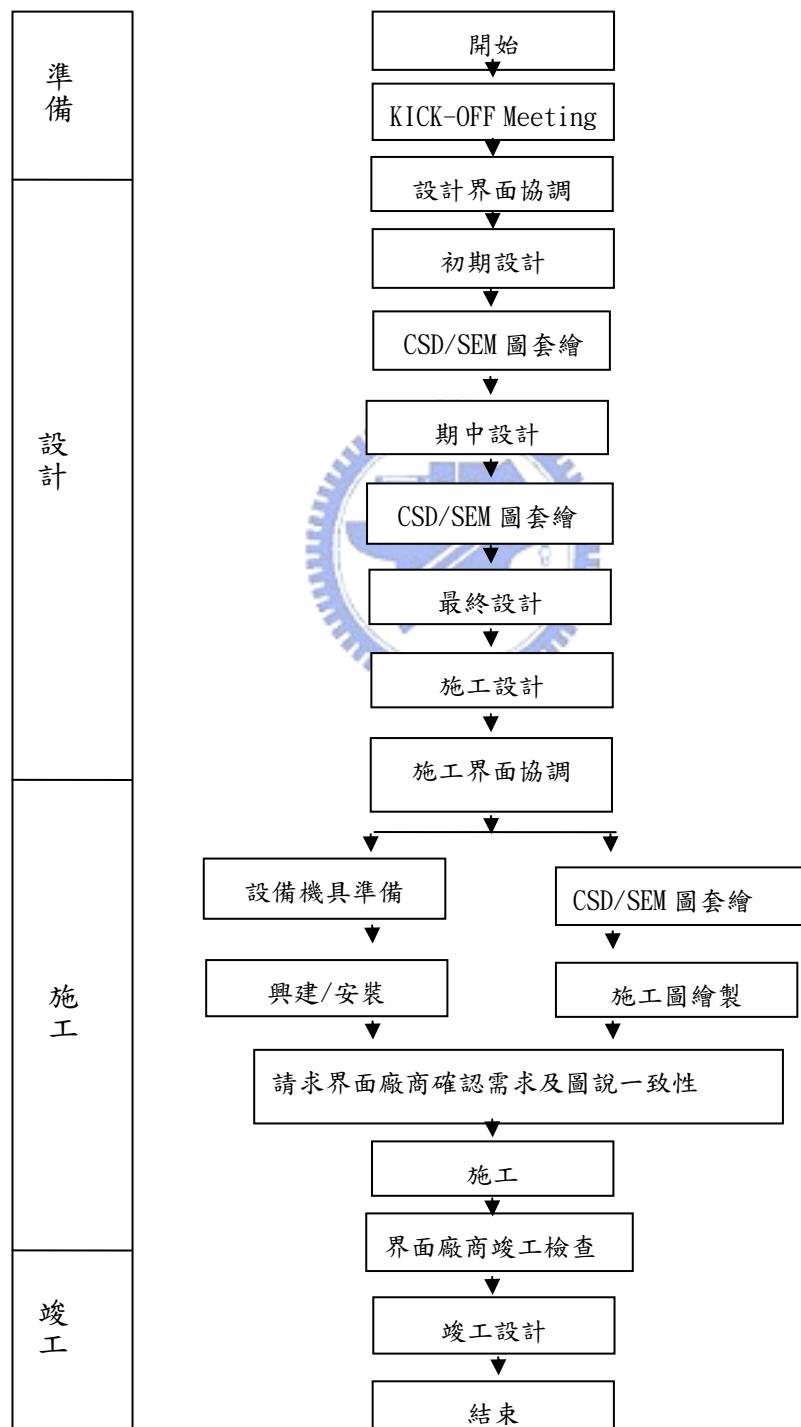


圖 5-1 高鐵 A 標工程界面管理流程

## 5.2 設計階段機制建立之過程

第三章提及高鐵土建工程採取統包方式（3.2.2 節）施作，因而土建廠商除施工外也需同時進行設計工作，而設計必須考量納入界面廠商之界面需求；然於運作“界面管理系統”同時發現仍有其不足及欠周詳之處，因而在此說明建立此機制之過程原因主要有下列兩點：

1. 合約規範之提送時程不一致，影響土建廠商之設計完成時間

由於高鐵合約規範土建廠商收到階段性資訊的時程與機電廠商必須提供階段性資訊的時程並不一致（表 5-1），這勢必影響土建之後續設計工作以及施工進度，在經過三方之協調以及業主之要求，並考量機電需求之下，土建廠商同意配合機電廠商提送之時程；然此次由於合約之間的不一致，導致土建廠商必須在後續時程上作修正。

表 5-1 土建合約及機電合約訂定之機電廠商需提供階段性資訊時間表

界面廠商 階段性資訊提供	土建廠商	機電廠商
第 2 階段	2001/4/2	2001/4/10
第 2 階段修正版	合約無此階段要求	2001/7/31
第 2A 階段	2001/7/31	2001/10/15
第 2A 階段修正版	合約無此階段要求	2002/1/31
第 3 階段	2002/1/31	2002/3/4
第 3 階段修正版	合約無此階段要求	2002/7/1

2. 界面廠商修改次數過多，影響土建廠商後續之設計及施工

高鐵合約規範界面廠商（此處指機電廠商）於特定時間提送階段性資訊予土建廠商並將界面相關項目及需求融入土建設計中以便發展 CSD 及 SEM 圖說；然而，機電廠商每每提送“階段性資訊（Stage Information）”（詳表 5-1）時，由於部分的機電

需求改變，使得土建廠商對界面圖說必須再修正一次。

再者，機電廠商除了在特定時間提送“階段性資訊”之外，仍不時以書信或是會議方式提出更新或修改訊息，讓土建廠商感到無所適從。

土建廠商根據合約有義務與界面廠商彼此間連絡與協調，修正並反映界面廠商之最新需求，因此，在不違背合約且又能順利修正並反映圖說的情形下發展了一套界面圖說送審流程（詳圖 5-2），在收到界面廠商提送圖說之後，經由仔細研讀界面於每一個設計單元之需求，再反映到 CSD/SEM 圖說當中，並將完成之圖說送交相關之界面廠商核可。

基於上述原因，因而訂定一套界面圖說管理機制，詳圖 5-2 所示：



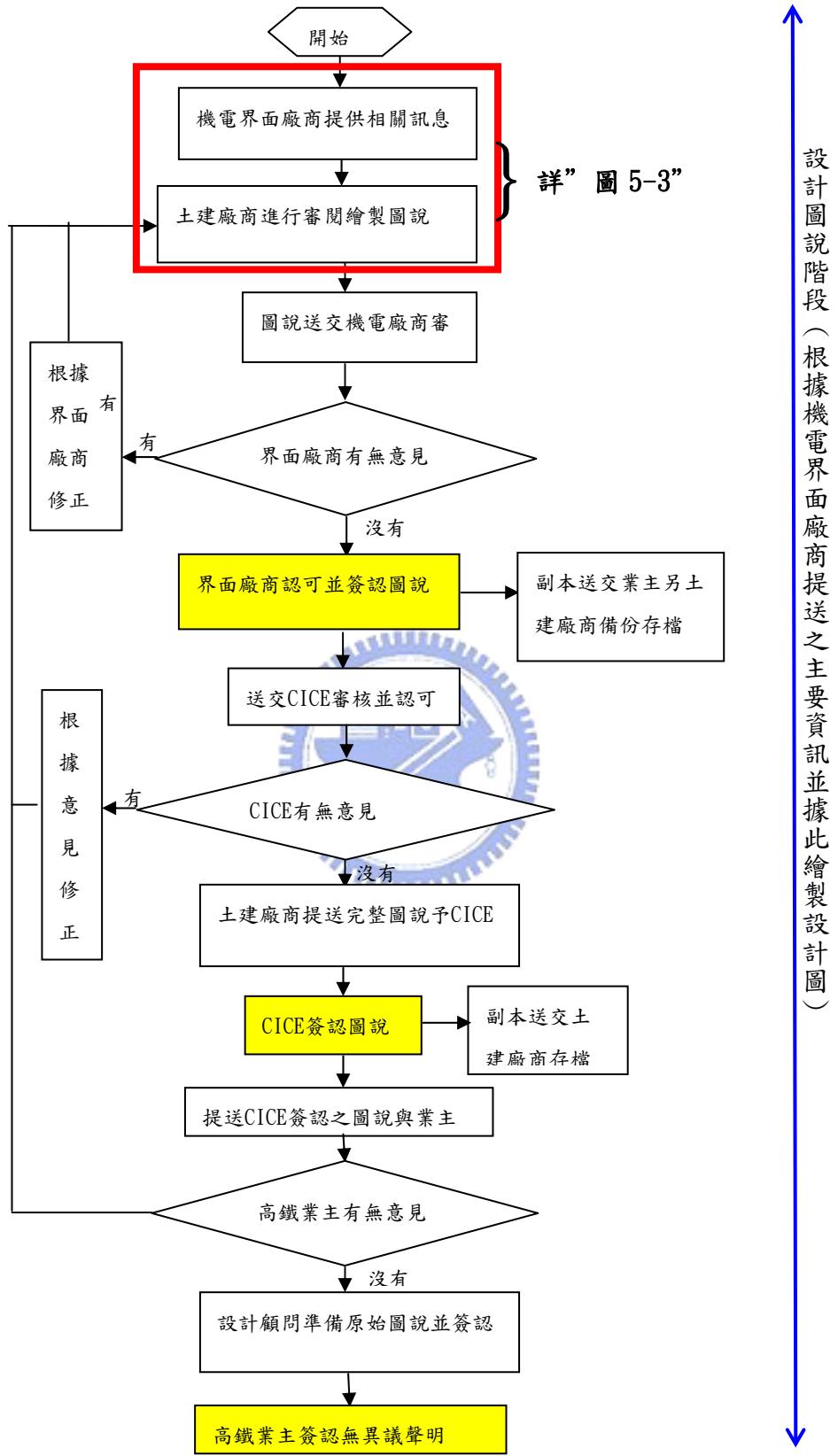


圖 5-2 設計圖說(含 CSD 及 SEM)送審流程

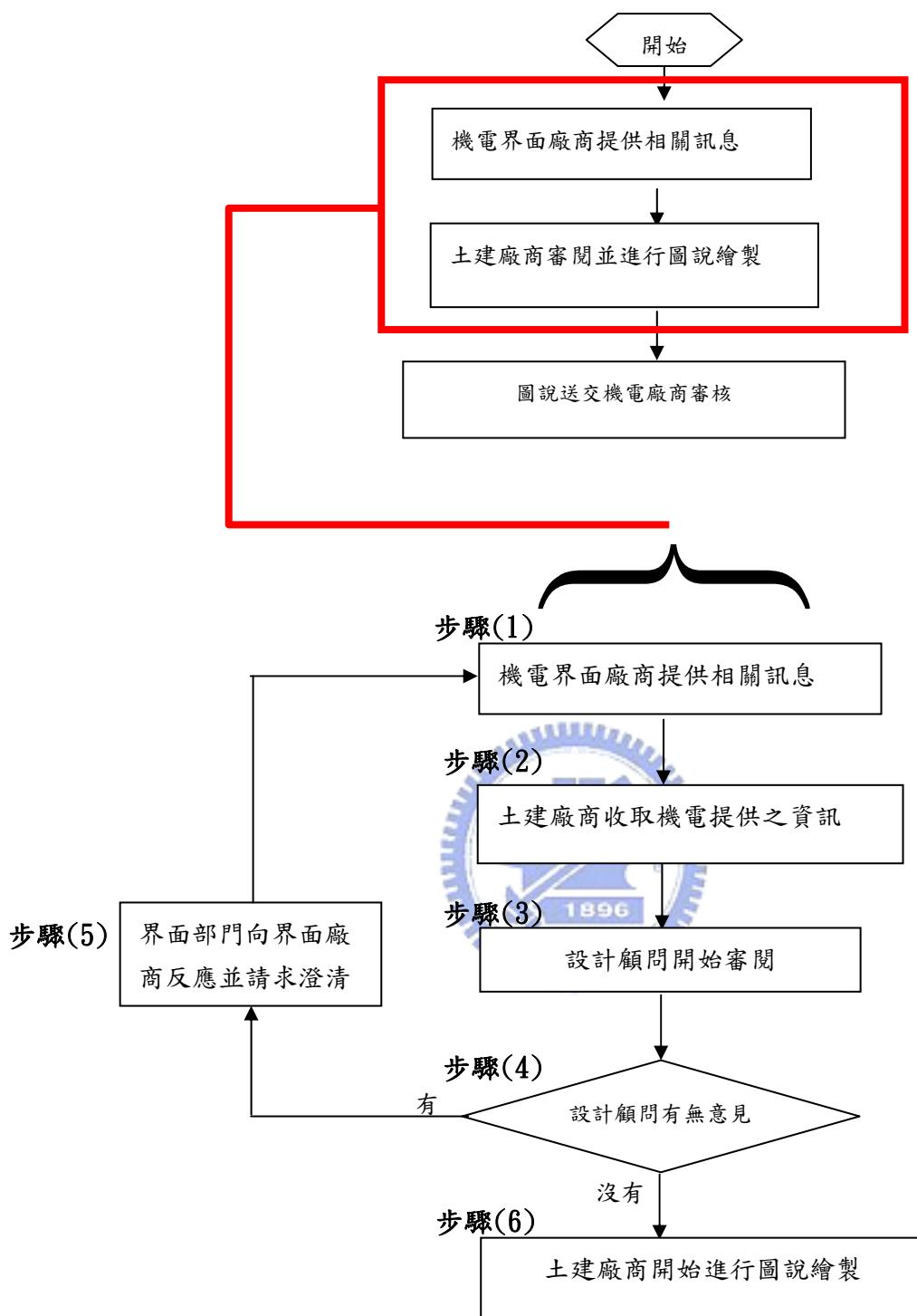


圖 5-3 高鐵 A 標界面資訊協調流程

### 5.3 施工階段機制建立之過程

針對施工階段，建立此機制之原因主要有下列兩點：

1. 確保界面施工項目施作正確，邀請界面廠商灌漿前會勘

為避免土建廠商施作界面項目時漏作或是作法不正確，並保障完工後與機電界面處之銜接順利，土建廠商因而於每一階段（通常以每一層樓為基準）完成界面項目時，並於灌漿前，發布會勘通知（機電廠商要求三天前）（”通知”詳表 5-2）邀請機電廠商至現場會勘，檢查完後簽認會勘結果（詳表 5-3），沒有問題再予灌漿，其過程詳圖 5-4。看似簡單之步驟，實際執行時卻仍有界面疏失項目待改善。如高鐵變電站有大量的預埋 H-Beam，依據機電廠商要求其鋼樑面之高程須高出地板面 2mm，而正負誤差為 2mm ( $\pm 2\text{mm}$ )，亦即鋼樑須至少和地板面齊或是高於地板面 4mm。灌漿前檢查均正常，然灌漿時因震動的關係震動到鋼樑，導致原本維持的高程跑掉，灌漿完畢後修改相當費事費時且不容易。因此除了施工前勘驗外，完成後之鋼樑高成亦須滿足界面廠商之需求，以免白做工浪費不少時間。

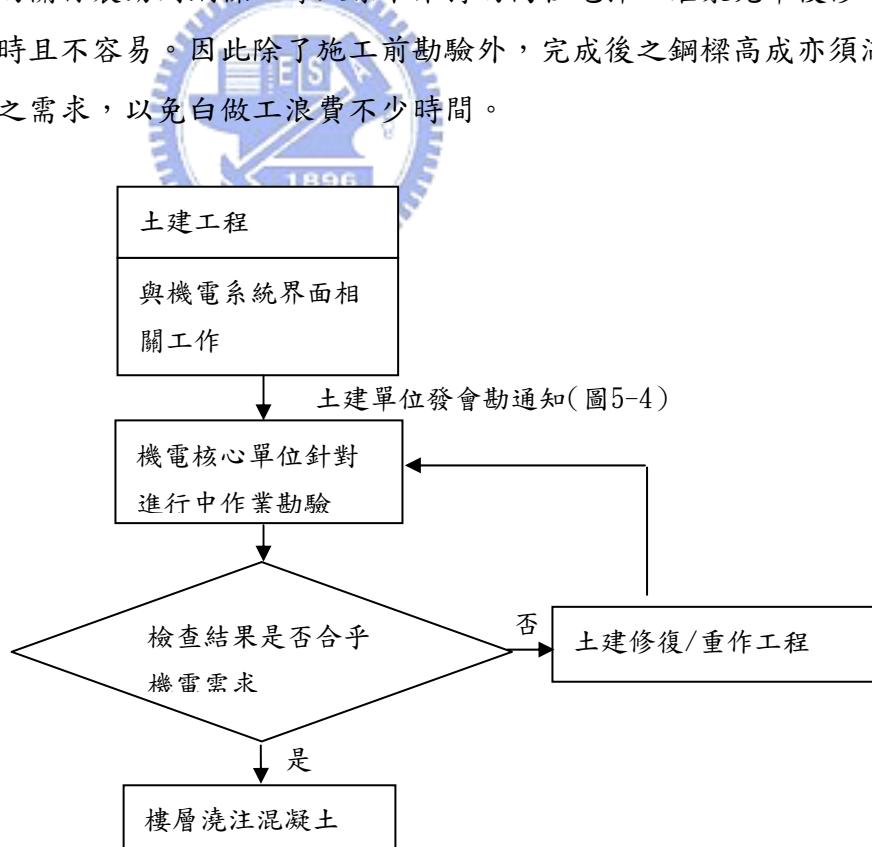


圖 5-4 施工階段界面相關項目勘驗流程圖

表 5-2 界面廠商會勘通知表

**NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection**

**界面廠商會勘通知**

To: 告知界面廠商	From: Date: 發通知日期
Copy to: 抄送	Reference No: 210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x 會勘通知編號
Date/Time of Field Inspection 會勘日期/時間	
Location 位置	
Construction Element/Chainage 里程	
Items to be inspected by Interfacing Party 會勘項目	
CSD/SEM Drawing No. / Reference Drawing No. 界面圖說或相關圖說	
Contact Person Telephone: Fax: 聯絡人/電話/傳真	
Attachment: : 附件	

Sign by:

/Interface Coordination Manager for CIVIL

/ 土建廠商界面經理簽名

---

**Response to NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection**

界面廠商會勘通知回覆

Reply 回覆	Response to NFI No. Civil-NFI-CORE-000x-0x

表 5-3 界面廠商現場勘驗檢查表

**Checklist for Interfacing Party's Field Inspection**  
界面廠商現場勘驗檢查表

Checklist No. 210-CKT-CIVIL-CORE-000x-0x  
檢查表號。

LOCATION: (位置)		Relevant Design Unit No. (設計單元)		DU	
CHAINAGE (里程):					
CSD/SEM DRAWING(s) NO. (界面圖號)		Work Specification No. (施工規範)			
REFERENCE DRAWING(s) NO. (相關圖說)					
DATE OF INSPECTION: (會勘日期)					
Interfacing Party (界面廠商)	Checked & Confirmed the following items. (檢查項目)	Printed Names of 1) IP Personnel 界面廠商勘驗人員 2) Civil Personnel 土建廠商會同人員	Accepted By IP Personnel (Sign & Date) 界面廠商人員簽章	Witnessed By C210 Personnel (Sign & Date) 土建人員簽章	Remarks 備註
		1) 2)	1) 2)		

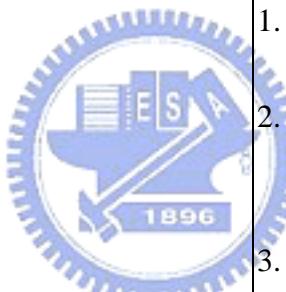
2. 制定規範 (criteria) 以求界面項目之精準

為使土建廠商於施作界面項目，如開口、預埋件，接地等能夠有所遵循以符合機電廠商之需求。機電廠商於是制定一套於施作各界面項目的規範供所有土建廠商遵循，避免往後土建廠商完工後之成品無法滿足機電廠商之需求。

而機電廠商為求高鐵全線之變電站均能符合其機電本身之需求，因而訂定了一部「Interface Requirement Compliance Check」(詳表 5-4)，供各土建廠商依據並遵從，其內容部分包含以下各主要項目：

表 5-4 界面需求檢驗規範

<h2 style="text-align: center;">Interface Requirement Compliance Check</h2> <h3 style="text-align: center;">施工階段界面特定項目檢查</h3>		
檢查項目	檢查條件	檢查方式
接地	<p>1. 機電廠商將依據現場土建廠商施工之進度且針對特定界面項目主導現場檢查。</p> <p>2. 所有任何欲檢查範圍內之界面相關項目，土建廠商需自行先行檢查。</p> <p>3. 土建廠商之界面相關項目檢查紀錄，於機電廠商檢查前需提供予機電廠商參考。</p> <p>4. 土建廠商需提供必要之現場出入動線以利機電廠商檢查。</p> 	<p>1. 檢核土建廠商之檢查紀錄</p> <p>(1). 機電廠商於現場檢查前，將先審視土建廠商之檢查紀錄。</p> <p>(2). 土建廠商需提供相關資料。</p> <p>(3). 接地電阻值之測試紀錄。</p> <p>(4). 接地之檢查表。</p> <p>2. 目視檢查：</p> <p>(1). 機電廠商以目視方式主導界面相關項目之檢查。</p> <p>3. 細部檢查：</p> <p>(1). 機電廠商將量測建物房間之尺寸，開口尺寸大小，以及隨機抽取界面相關項目之尺寸大小。</p> <p>(2). 至少有下列項目需檢查：</p> <p>A. 回填前之接地網及接地棒的位置和數量</p> <p>B. 接地網及接地棒的電阻值 (電阻值需實際量測並供土建廠商作紀錄)</p>
基礎基座	<p>1. 機電廠商將依據現場土建廠商施工之進度且針對特定界面項目主導現場檢查</p> <p>2. 所有任何欲檢查範圍內之界面相關項目，土建廠商需自行先行檢查</p> <p>3. 土建廠商之界面相關項目檢查紀錄，於機電廠商檢查前需提供予機電廠商參考</p>	<p>1. 變電及冷卻設備基座之位置、大小及情況。</p> <p>2. CCTV 基座之位置、大小及情況</p> <p>3. 避震基座之位置、大小及情況</p>

檢查項目	檢查條件	檢查方式
	4. 土建廠商需提供必要之現場出入動線以利機電廠商檢查。	
預埋件	<p>1. 機電廠商將依據現場土建廠商施工之進度且針對特定界面項目主導現場檢查</p> <p>2. 所有任何欲檢查範圍內之界面相關項目，土建廠商需自行先行檢查</p> <p>3. 土建廠商之界面相關項目檢查紀錄，於機電廠商檢查前需提供予機電廠商參考</p> <p>4. 土建廠商需提供必要之現場出入動線以利機電廠商檢查</p>	<p>1. 信號及通訊用之預埋管路</p> <p>2. C-GIS 電纜室 OCS 之 PVC 預埋管路</p> <p>3. 預埋版、預埋鋼樑以及預埋管之位置、大小及情況</p> <p>4. 建物牆上及天花板之拉勾位置、尺寸及情況</p> <p>5. 電纜槽之配置及尺寸（抽樣）</p> <p>6. 電纜槽及牆之開口大小位置</p> <p>7. 土建廠商需決定測量點，參考點及/或里程供機電廠商檢查時使用。</p>
文件	無檢查條件 	<p>1. 土建廠商需提送“現場會勘之雙週進度”予機電廠商。</p> <p>2. 土建廠商須於現場實際會勘前三天發出”界面廠商會勘通知”以利機電廠商作業。</p> <p>3. “界面工作檢查表”將於檢查時使用。</p> <p>4. 機電廠商於現場檢查完畢後立即以書面方式寫下檢查缺失。</p> <p>5. 若有必要時，“不合格報告”將會被提出。</p> <p>6. 機電廠商及土建廠商將會同簽認相關檢查表格。</p>

### 竣工階段界面特定項目檢查

檢查項目	檢查條件	檢查方式
界面相關	1. 在土建廠商完成最後裝修工作時，機電廠商通常主導一棟建物已竣工之界面相關工作之現場會勘。	<p>1. 檢核土建廠商之檢查紀錄</p> <p>(1) 機電廠商於現場檢查前，將先審視土建廠商之檢查紀錄。</p> <p>(2) 土建廠商需提供相關資料。</p>

檢查項目	檢查條件	檢查方式
	<p>2. 所有任何範圍內欲檢查之界面相關工作，在通知機電廠商至現場檢查前，土建廠商需完成自行先行檢查。</p> <p>3. 土建廠商之已竣工界面相關項目檢查紀錄，於機電廠商檢查前需提供予機電廠商參考。</p> <p>4. 土建廠商需提供必要之現場出入動線以利機電廠商檢查。</p>	<p>2. 檢核土建廠商之檢查紀錄            (1) 機電廠商於現場檢查前，將先審視土建廠商之檢查紀錄。            (2) 土建廠商需提供相關資料。            (3) 接地電阻值之測試紀錄。            (4) 接地之檢查表。</p> <p>3. 目視檢查            (1) 機電廠商以目視方式主導界面相關項目之檢查。</p> <p>4. 細部檢查            (1) 機電廠商將量測建物房間之尺寸，開口尺寸大小，以及隨機抽取界面相關項目之尺寸大小。            (2) 機電廠商將抽樣檢視接地電阻量測值；接地網之電阻值量測時機應於回填後且當接地線外露於地表，或是結構體完成後。            土建廠商需提供基線，控制點以及必要的註記點。</p>
文件	無檢查條件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 土建廠商需提送“現場會勘之雙週進度”予機電廠商。</li> <li>2. 土建廠商須於現場實際會勘前三天發出”界面廠商會勘通知”以利機電廠商作業。</li> <li>3. “界面工作檢查表”將於檢查時使用。</li> <li>4. 機電廠商於現場檢查完畢後立即以書面方式寫下檢查缺失。</li> <li>5. 若有必要時，“不合格報告”將會被提出，且須根據報告缺失於 30 天內更正完畢。</li> <li>6. 機電廠商及土建廠商將會同簽認相關檢查表格。</li> </ol>

## 5.4 小結

儘管高鐵合約之界面管理系統制定嚴謹，然實際執行時仍發現有其不足及不詳細之處，由 5.1 及 5.2 節「機制建立之過程」可了解其緣由，進而制定機制將不完整之處補足，以使在運作過程當中更加順暢，在設計階段及施工階段當中，經由機制之啟動，其中之過程雖不斷的重複運作，然最終目的就是在有限的時間之內要得到較滿意之結果。



## 第六章 案例分析-高鐵變電站土建機電界面管理機制說明

### 6.1 前言

經由第三章完整介紹高速鐵路界面工程之整合，以及第四章為何要建立機土機制之緣由後，本章本研究將以高鐵變電站工程為實例，以土建-機電界面之管理機制套用說明，自設計，施工到移交階段之過程中所經歷之界面事件。

### 6.2 變電站特性及簡介

實例以高鐵沿線之變電站 A 作說明，由於高速鐵路路權內均為高鐵用地，在現有高鐵路權內興建變電站是最沒有糾紛的情形。而變電站 A 所處之位置在高鐵高架橋下，共有四棟不同功能的建物，且因地形位置緣故，四棟建物並不若高鐵沿線其餘變電站均緊鄰在一起，表 6-1 為變電站建物簡介。

變電站主要特性為將台電傳輸之高電力轉變為列車驅動適用之電力，因此以機電需求為主，界面（機電）項目特別多，為鋼筋混凝土構造，與大部分建物結構相同且施作方式順序雷同；然而，考量變電站空間為放置“大型”機電設備以及其使用年限為 100 年，因此在結構設計上較一般嚴謹。而與一般建物不同的地方有：

1. 變電站主要功能為傳輸電力及變電使用，不供給一般民眾使用及進駐，屬高危險區。
2. 由於是“機電”取向，變電站較一般住宅比較，其機電項目較多。
3. 變電站每一棟每一層之功用不同，因此在興建上花費之時間較一般住宅久。
4. 變電站每一棟之機電(界面)項目均須受檢。

四棟建物分別敘述如下表：

表 6-1 變電站各棟建物簡介

建物名稱	層數	高程	房間名稱
70MVA room ( MT ) 主變電室	一樓	0m – 9.5m	主變壓室
	二樓	9.5m – 11.5m	電纜室
	三樓	11.5m – 16.0m	控制室及電磁室
Auto Transformer ( AT ) 自動變電室	一樓	0m – 5.5m	自動變壓室
72kv GIS room 72 千伏氣體絕緣關閉室	一樓	0m – 9.5m	72 千伏氣體絕緣關閉室
	二樓	9.5m – 11.5m	電纜室
	三樓	11.5m – 17.0m	氣體絕緣關閉室
161kv GIS room 161 千伏氣體絕緣關閉室	一樓	0m – 9.5m	161 千伏氣體絕緣關閉室

上述各棟建物的位置如圖 6-1 所示：

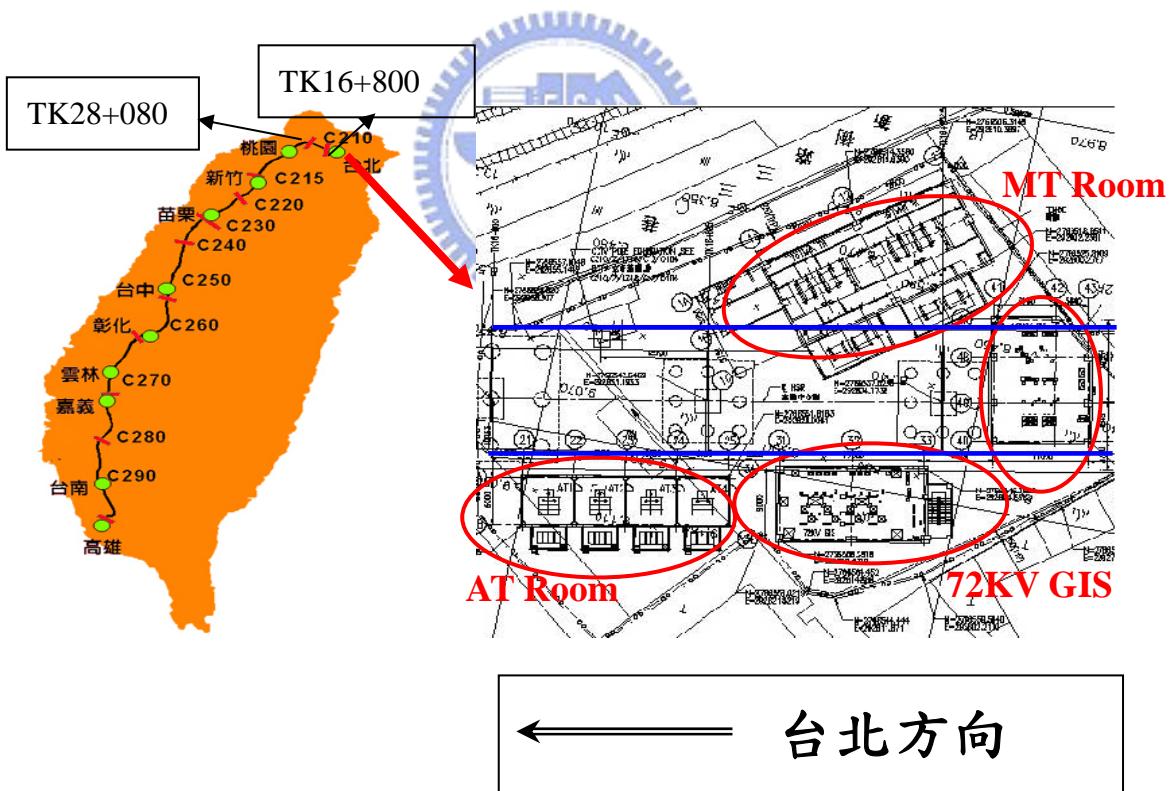


圖 6-1 變電站之地理位置

BSS1 位於高鐵土建 C210 標之起點 (TK16+800)，範圍自 TK16+800 至 TK16+880，因土地取得不易，而將四棟建物分散於四個位置，與其他高鐵沿線之變電站四棟聯合在一起不同。

變電站四棟建物之外觀如圖 6-2 所示：



MT Room



AT Room



161 KV Room



72 KV Room

圖 6-2 變電站各棟建物之外觀

圖 6-3 表示變電站與高架橋系統間之電力傳遞：

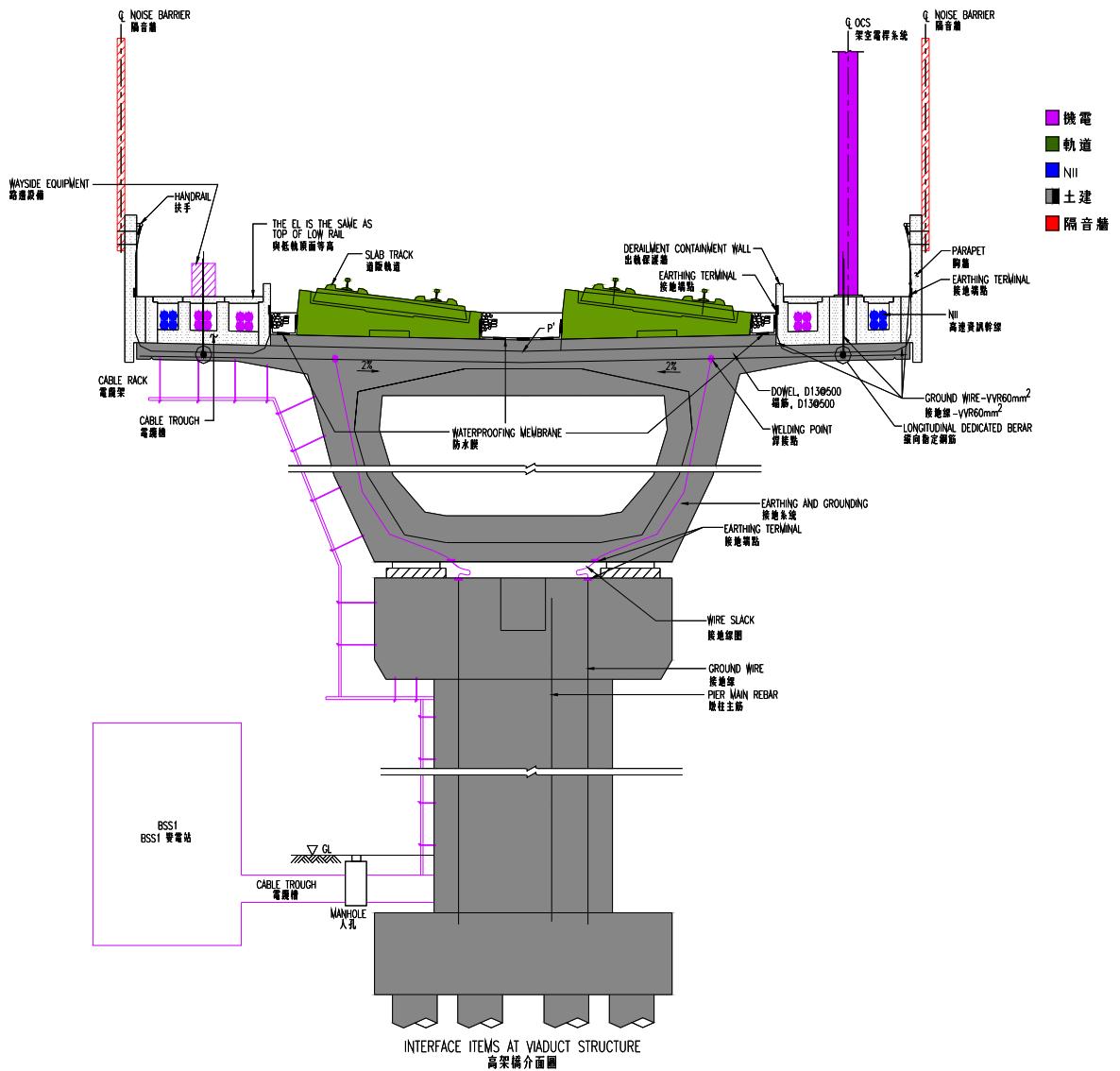


圖 6-3 變電站傳輸電力至高架橋

### 6.3 高鐵變電站工程設計階段之界面協調處理

變電站工程施工前，主要工作是將設計圖，CSD 及 SEM 圖完成並經由業主及界面廠商核可後，進而施工圖完成，方可進行現場施工。

以下敘述依機電廠商提送階段性資訊共區分為五個時段，各時段之步驟編號均依據「圖 6-4 高鐵 A 標界面資訊協調流程」之步驟運作，在確定訊息製作圖說之前與界面廠商間之溝通相當頻繁。

除下列五個主要提送時間點之步驟外，尚有相當多土建及機電間書信往來澄清及界面會議之討論，如機電廠商要求土建廠商提供當地之百年洪水位，以利機電廠商設計其地面高程；其他包括如變電站之出入動線，建物內裝需求，外牆材質，二次施工等細節均花相當長之時間討論，其相關議題之討論亦依據圖 6-4 之步驟列於五個時段當中，各個細節均確定達共識後，土建廠商最終進行圖說之繪製。現以圖 6-4 流程將五個時間點之相關界面議題分述如各節：

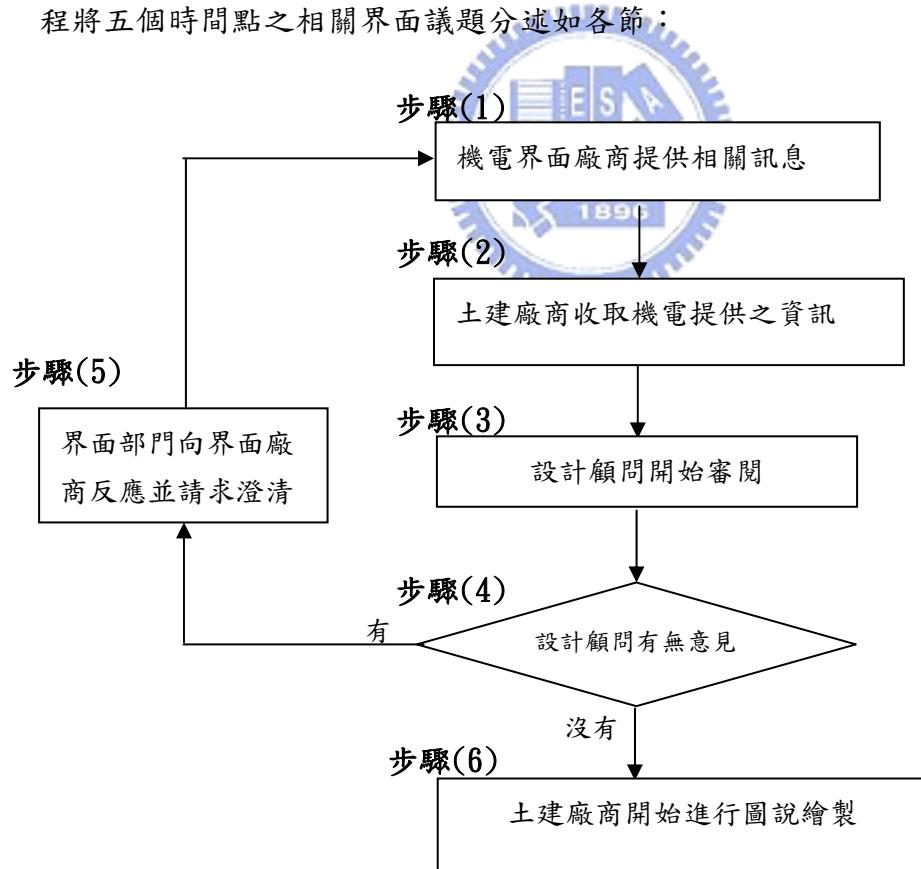


圖 6-4 高鐵 A 標界面資訊協調流程

### 6.3.1 界面事項發生於 2001/4/2~2001/7/30

於 2001 年 4 月 2 日至 2001 年 7 月 30 日間之界面事項敘述如表 6-2：

表 6-2 界面事項發生於 2001/4/2~2001/7/30

項次	界面事項	步驟	結果
1	第二階段 機電資訊 傳送	(1) 機電廠商依合約於 2001 年 4 月 10 日於界面會議場上面交“第 2 階段”一套機電圖說及相關規範需求予土建廠商。  (2) 土建廠商同時間收取機電廠商提供之機電圖說及相關規範需求。  (3) 設計單位及設計顧問開始審閱。  (4) 土建廠商針對第二階段圖說提出疑問，如條件不明確，缺少相關項目之細部圖說。  (5) 土建界面廠商以書信告知機電廠商並請求回覆。	機電廠商將進一步研究並回覆土建廠商
2	第二階段 一般圖說	(1) 機電廠商於 2001 年 5 月 15 日以書信方式附上修改圖說。  (2) 土建廠商收取機電圖說。  (3) 設計單位及顧問審圖。  (4) 針對機電廠商兩次提供之圖說提出意見。  (5) 經由土建廠商界面部門將意見向機電廠商以書信方式提出並請求澄清。	機電廠商收取意見後澄清部份意見並表示將於“第 2 階段修正版”提出

### 6.3.2 界面事項發生於 2001/7/31~2001/10/14

於 2001 年 7 月 31 日至 2002 年 10 月 14 日間之界面事項敘述如表 6-3：

表 6-3 界面事項發生於 2001/7/31~2001/10/14

項次	界面事項	步驟	結果
1	第 2 階段修 正版	<p>(1) 機電廠商依合約於 2001 年 7 月 31 日以書信提送“第 2 階段修正版”一套機電圖說及相關規範需求予土建廠商。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提供之機電圖說及相關規範需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 針對機電廠商提供之圖說提出意見。</p> <p>(5)-1 土建廠商界面部門於 2001 年 8 月 18 日以書信方式請求機電廠商針對疑義部份回覆並告知以上所有之相關訊息最晚須於 8 月 25 日前完成避免耽誤土建設計工作。</p> <p>(5)-2 土建廠商界面部門再次於 2001 年 9 月 19 日以書信方式再次請求機電廠商針對尚未解決之疑義部份最晚須於 10 月 15 日前回覆。</p> <p>上列(5)-1 及(5)-2 均為步驟(5)</p>	機電廠商針 對土建廠商 之意見做部 分回覆。

### 6.3.3 界面事項發生於 2001/10/15~2002/1/30

於 2001 年 10 月 15 日至 2002 年 1 月 30 日間之界面事項敘述如表 6-4：

表 6-4 界面事項發生於 2001/10/15~2002/1/30

項次	界面事項	步驟	結果
1	第 2A 階段	<p>(1) 機電廠商依合約於 2001 年 10 月 15 日以書信提送“第 2A 階段修正版”一套機電圖說及相關規範需求予土建廠商。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提供之機電圖說及</p>	機電廠商針 對土建廠商 之意見做回 覆，然仍不足

		<p>相關規範需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 設計單位針對“第 2A 階段修正版”機電圖說提出意見。</p> <p>(5) 界面部門於 10 月 20 日向機電部門提出並要求圖說的確認。</p>	以納入設計。
2	進出通道 (access road) 需求	<p>(1) 機電廠商於 2001 年 11 月 14 日針對進出變電站通道提出需求。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提出之需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 針對機電廠商提供之圖說提出意見，如載運車輛之載重，大小，回轉半徑等。</p> <p>(5) 土建廠商界面部門於 2001 年 12 月 5 日以書信針對通道提出疑義請求澄清並提供土建預定之變電站設計時程。</p>	機電廠商針對意見表示通道位置還需研究。
3	洪水位高程	<p>(1) 機電廠商提出有關變電站附近所在位置之洪水位高程。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提出之疑義。</p> <p>(3) 界面部門審閱並與設計單位討論。</p> <p>(4) 設計單位建議向相關單位提供百年洪水位高程。</p> <p>(5) 土建廠商界面部門以書信方式回覆機電廠商百年洪水位。</p>	機電廠商將回覆之訊息納入機房高程。
4	變電站建物設計	<p>(1) 機電廠商於 2001 年 12 月 19 日以書信告知變電站建物規模大小有所改變並提供圖說。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提出之需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 由於條件不充足，設計單位無法提出明確意見。</p>	機電廠商之設計尚未完全成熟，以致土建廠商之設計工作無法開始。

		<p>(5)-1 界面部門於 2001 年 12 月 28 日說明將待修正圖說條件充足時，才開始設計工作。</p> <p>(5)-2 界面部門於 2002 年 1 月 15 日以書信表示原預定設計工作於 1 月 14 日展開，然由於機電圖說仍在進行修改，而必須延後。</p> <p>上列(5)-1 及(5)-2 均為步驟(5)</p>	
--	--	---	--

### 6.3.4 界面事項發生於 2002/1/31~2002/3/3

於 2002 年 1 月 31 日至 2002 年 3 月 3 日間之界面事項敘述如表 6-5：

表 6-5 界面事項發生於 2002/1/31~2002/3/3

項次	界面事項	步驟	結果
1	第 2A 階段修正版	<p>(1) 機電廠商依合約於 2002 年 1 月 31 日以書信提送“第 2A 階段修正版”一套機電圖說及相關規範需求予土建廠商。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提供之機電圖說及相關規範需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 設計單位提出疑義，然認為機電圖說已大致交代清楚。</p> <p>(5) 界面部門於 2 月 18 日針對部分疑義向機電廠商提出，並告知設計圖說將著手進行。</p> <p>(6) 土建廠商依據“第 2A 階段修正版”進行圖說繪製。</p>	<p>土建廠商依據“第 2A 階段修正版”進行圖說繪製，並於 2 月 25 日提送初步設計圖說審核。</p>

### 6.3.5 界面事項發生於 2002/3/4~2002/6/20

於 2002 年 3 月 4 日至 2002 年 6 月 20 日間之界面事項敘述如表 6-6：

表 6-6 界面事項發生於 2002/3/4~2002/6/20

項次	界面事項	步驟	結果
1	第 3 階段	<p>(1) 機電廠商依合約於 2002 年 3 月 4 日以書信提送“第 3 階段”一套機電圖說及相關規範需求予土建廠商。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提供之機電圖說及相關規範需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 設計單位提出疑義。</p> <p>(5) 界面部門於 3 月 25 日針對“第 3 階段”機電圖說向機電廠商提出疑義。</p> <p>(6) 土建廠商依據“第 3 階段”進行圖說繪製</p>	機電廠商針對土建廠商之疑義回覆，土建廠商將之納入設計並修改。
2	二次施工之磚牆材質改鐵捲門	<p>(1) 機電廠商分別針對變電站議題，如：變電站二次施工之磚牆材質改鐵捲門，工地運送通道，接地以及建物之座標系統等提供訊息。</p> <p>(2) 土建廠商收取機電廠商提出之需求。</p> <p>(3) 設計單位及設計顧問開始審閱。</p> <p>(4) 設計單位提出疑義。</p> <p>(5) 界面部門以書信針對各議題提出土建廠商建議看法。</p> <p>(6) 土建廠商依據“第 3 階段”機電圖說及各議題之回覆於 6 月 1 日進行第二次圖說修正並送交機電廠商審閱。</p>	土建廠商將之納入設計並修改。

將以上五個時段所作之界面協調整理成如表 6-7 所示：

表 6-7 界面廠商間之資訊協調溝通

階段性訊息	提送廠商	提送日期	發展界面圖說	發展日期	備註
第 2 階段	機電廠商	2001/4/10	無	無	
第 2 階段修正版	機電廠商	2001/7/31	無	無	
第 2A 階段	機電廠商	2001/10/15	無	無	
第 2A 階段修正版	機電廠商	2002/1/31	有	2002/2/25	自機電廠商提送至今約九個月的時間，土建廠商認為已可發展界面圖說
第 3 階段	機電廠商	2002/3/4	有	2002/6/1	土建廠商根據新版訊息修正界面圖說
第 3 階段修正版	機電廠商	2002/7/1			無變電站部份之修正

變電站討論議題及時間共花費約九個月，然而與其每次收到機電訊息立即做修正，不如透過機制協調，待界面需求全然確認了解，後續的工進將事半功倍。

#### 6.4 高鐵變電站工程施工及移交階段之界面協調處理

經由 6.3 節之整理，可以清楚的看出在界面在設計階段所需花費的時間及處理是相當繁複，在未得到/澄清相關細部資訊及界面廠商仍有修改其界面需求同時，土建廠商為避免浪費時間在錯誤的資訊上，寧可多花費一點時間不斷的確認並針對收到資訊時提出問題，待整體訊息完備時，從容開始設計，完成設計圖說，以提送機電界面廠商審核，並給予業主”無異議證明”(Statement of No Objection)。

接著即是根據核准之設計圖著手繪製施工圖，將較細部的地方及每一環節都能注意且了解，以利現場人員於現場施作，由於變電站於施工初期（開挖時）即有界面項目，因此在施工中遇到界面項目時，會安排界面廠商到現場檢查以確保其項目施作無誤；界面項目當中又以預埋構件為最主要且數量最多，因此不論在數量上以及安裝精度等均需相當謹慎，一旦安裝完畢後，若有任何問題，可知要再修改是一件相當麻煩的事。

由以上之敘述可清楚了解土建廠商及機電廠商各自扮演的角色及工作範疇，依據圖 6-5 可避免不必要的界面問題；而在邀請機電廠商到現場會勘，檢查界面工作項目之前，需確定出入動線，除方便人員進出之外，尚有下列各項條件：

1. 土建廠商施座之機電系統基座以及電纜槽工作，圍籬、大門及鎖匙，接地工作均需完成以利機電廠商進場施工。
2. 變電站建物須完成以利機電廠商進場。
3. 土建廠商需提供門鎖。
4. 進入到變電站之聯外道路動線需足夠以利機電系統設備安裝。
5. 上述各項之檢查報告需提送予機電廠商。
6. 其餘土建廠商之工作範疇，如：供水，排水，化糞池，公廁等均應於機電廠商進場前完成。
7. 在最後裝修工作完成前，機電廠商主導已竣工項目之檢查。
8. 所有檢查均需在機電廠商進駐變電站前 30 天完成，除了二次施工之封口牆例外。
9. 現場之安全控管時間必須提供至機電廠商開始進駐為止。



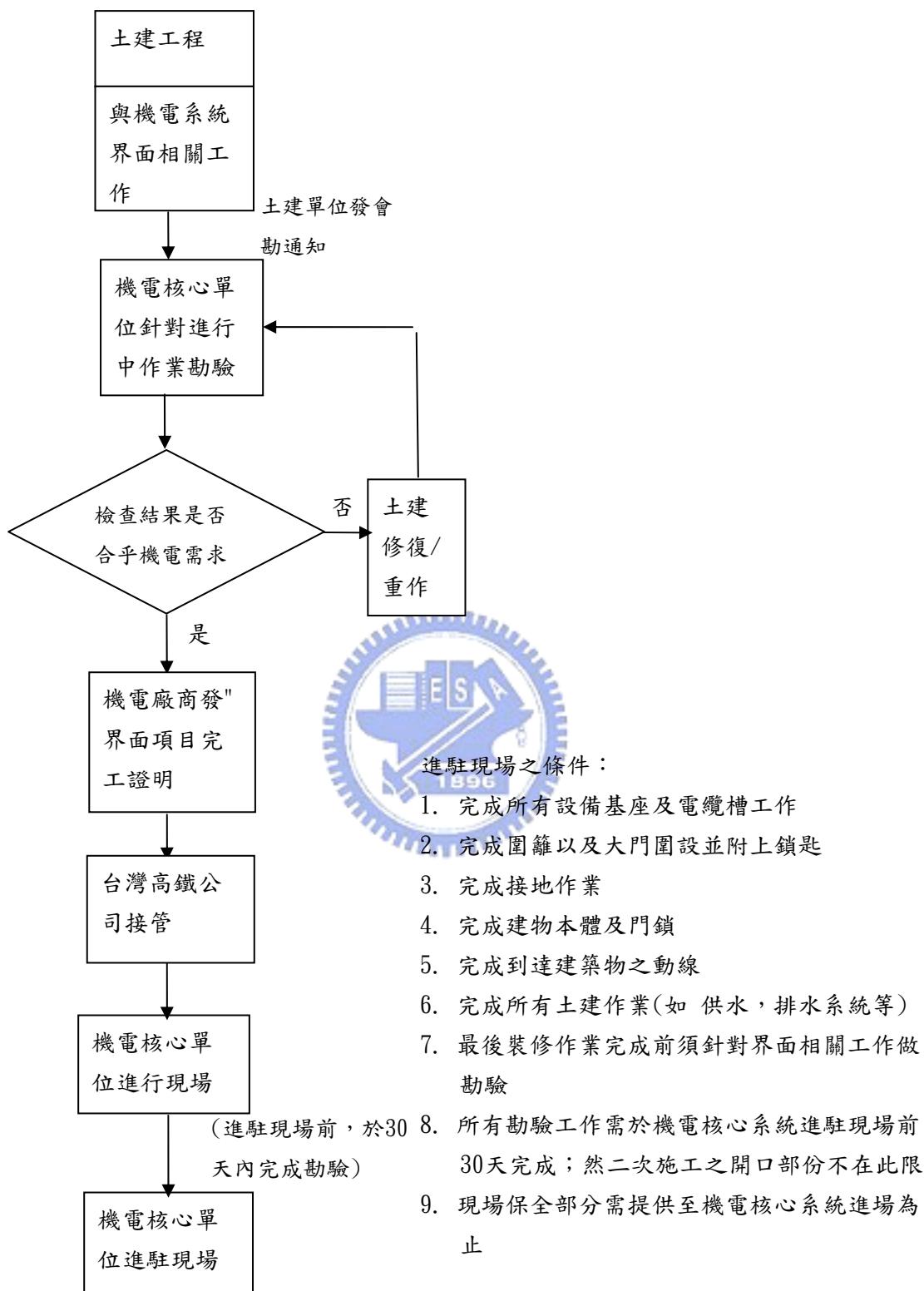


圖 6-5 界面廠商竣工檢查  
及進場機制流程圖

## 6.5 實例展示說明及比較

在此以變電站工程說明各界面作業項目，如圖 6-6 至圖 6-15 等界面相關項目，佐以各項目之檢查表如表 6-8 至表 6-19：

界面相關項目：接地



圖 6-6 施工階段接地項目勘驗步驟

## 變電站機電界面相關項目檢查紀錄

表 6-8 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（接地）

檢查位置：主變電室 FL-3.2M	檢查日期：2003/02/25
檢查項目：接地	檢查廠商：機電廠商

檢查結果及意見：

機電廠商依據訂定之規範需求，包含但不限定有：1. 接地網線位置(容許誤差 $\pm 300\text{mm}$ )  
2. 接地點數量 3. 接地電阻值 ( $\leq 10\Omega$ ) 經檢查結果確認無誤方可回填

照片 1.



1. 將接地網位置標註確認  
後，依其位置挖掘 60~70cm  
深溝，以放置接地銅線

照片 2.



2. 機電廠商以敲槌測試連接  
點是否穩固或鬆脫並紀錄

照片 3.



3. 機電廠商以儀器測試電阻  
值是否合乎其規範要求

界面相關項目：預埋管

步驟 1. 土建工程

與機電系統界面相  
關工作

步驟 2.

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

步驟 3.

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

步驟 5.

樓層澆注混凝土

步驟 1.



NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection

界面廠商會勘通知

To:	From:
告知界面廠商	日期:
Copy to:	Reference No:
抄送	會勘通知編號
Date/Time of Field Inspection	
會勘日期/時間	
Location	
位置	
Construction Element/Chainage	
里程	
Item to be inspected by	
Interfacing Party	
會勘項目	
CSD/SEM Drawing No. /	
Reference Drawing No.	
界面圖說或相關圖說	
Contact Person	

步驟 2.



步驟 5.



步驟 4.

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商現場勘驗檢查表

LOCATION: [位置]:	Reference Design Unit No.: [DC] [設計單元號]				
CHAINAGE (里程):					
CSD/SEM DRAWING(S) NO. [會勘圖號]:	Work Specification No. [施工規範]:				
REFERENCE DRAWING(S) NO. (相關圖說): DATE OF INSPECTION: (會勘日期):					
Inspecting Party [會勘單位]:	Checked & Confirmed the Following Items:	Printed Name of 1) IP Personnel [會勘單位人員簽名]. 2) CP Personnel [會勘單位人員簽名].	Accepted By IP Personnel (Sign & Date) [會勘單位人員簽名].	Witnessed By CSD Personnel (Sign & Date) [會勘單位人員簽名].	Remarks [備註]
		1) 2)			

圖 6-7 施工階段預埋管項目勘驗步驟

表 6-9 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（預埋管）	
檢查位置：主變電室 FL-3.2M	檢查日期：2003/04/01
檢查項目：預埋管	檢查廠商：機電廠商
檢查結果及意見：	
檢查項目包含但不限定有：1. 埋管位置 ( $\pm 50\text{mm}$ ) 2. 埋管尺寸 3. 埋管數量	
經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	<p>1. 檢查其埋管尺寸及數量是否正確</p> 
照片 2.	<p>2. 檢查其埋管位置是否正確</p> 
照片 3.	<p>3. 需注意預埋管於灌漿時已膠帶等封口，以確保灌漿完後管內不被阻塞</p> 

界面相關項目：預埋鋼板

步驟 1. 土建工程

與機電系統界面相  
關工作

步驟 2.

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

步驟 3.

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

步驟 5.

樓層澆注混凝土

步驟 1.



步驟 2.

NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection

界面廠商會勘通知

To:	From:
告知界面廠商	發通知日期
Copy to:	Reference No:
抄送	210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x
Date/Time of Field Inspection	會勘日期/時間
Location	位置
Construction Element/Chainage	里程
Item to be inspected by	會勘項目
Interfacing Party	
CSD/SEM Drawing No. /	參考圖說或相關圖說
Reference Drawing No.	
Contact Person	

步驟 3.



步驟 3.



步驟 5.

步驟 4.

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商現場勘驗檢查表

LOCATION: 地點:	Reference Design Unit No.: DC 參考設計單號:				
CHAINAGE (米數): 里程:					
CSD/SEM DRAWING(S) NO. 參考圖說:	Work Specification No. (施工規範):				
REFERENCE DRAWING(S) NO. (相關圖說): DATE OF INSPECTION: (會勘日期):					
Interfacing Party (會勘單位) (檢查單位)	Checked & Confirmed the Following Items: 已核對並確認以下項目:	Printed Name of ID Personnel ID 人員姓名 CSD Personnel CSD 人員姓名	Accepted By ID Personnel (Sign & Date) ID 人員簽名 (簽上)及日期	Witnessed By CSD Personnel (Sign & Date) CSD 人員簽名 (簽上)及日期	Remarks 備註
		D D D D	D D D D		



圖 6-8 施工階段預埋鋼板項目勘驗步驟

表 6-10 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（預埋鋼板）

檢查位置：主變電室 FL-3.2~FL-1.6	檢查日期：2003/04/01
檢查項目：預埋鋼板	檢查廠商：機電廠商

檢查結果及意見：

檢查項目包含但不限定有：1. 預埋鋼板位置 2. 預埋鋼板尺寸 3. 鋼板間位置之相互容許誤差  $\pm 20\text{mm}$

經確認無誤方可灌漿

照片 1.



1. 檢查預埋鋼板尺寸及數量是否正確

照片 2.



2. 鋼板與鋼板間之相對位置間距為 $\pm 20\text{mm}$

照片 3.



3. 預埋鋼板於模版封模後須確認有無空隙

界面相關項目：預埋鋼樑

步驟 1. 土建工程

與機電系統界面相  
關工作

步驟 2.

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

步驟 3.

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

步驟 5.

樓層澆注混凝土

步驟 1.



NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection

界面廠商會勘通知

To:	From:
告知界面廠商	發通知日期
Copy to:	Reference No:
抄送	210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x
Date/Time of Field Inspection	會勘日期/時間
Location	位置
Construction Element/Chainage	里程
Item to be inspected by	會勘項目
Interfacing Party	
CSD/SEM Drawing No. /	參考圖說或相關圖說
Reference Drawing No.	
Contact Person	

步驟 2.



步驟 3.

步驟 5.



步驟 4.

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商現場勘驗檢查表

LOCATION:	Reference Design Unit No.: DC				
CHAINAGE (里程):					
CSD/SEM DRAWING(S) NO.:	Work Specification No.: (施工規範)				
REFERENCE DRAWING(S) NO. (相關圖說):					
DATE OF INSPECTION: (檢驗日期):					
Interfacing Party (會勘廠商) (檢查項目)	Checked & Confirmed the Following Items: 1) ID Personnel <input type="checkbox"/> 施工管理員人員 <input type="checkbox"/> 施工負責人人員 2) Civil Personnel <input type="checkbox"/> 工程師人員 <input type="checkbox"/> 施工員人員	Printed Name of ID Personnel <input type="checkbox"/> 施工管理員人員 <input type="checkbox"/> 施工負責人人員	Accepted By ID Personnel (Sign & Date) <input type="checkbox"/> 施工管理員人員簽章 <input type="checkbox"/> 施工負責人人員簽章	Witnessed By CSD Personnel (Sign & Date) <input type="checkbox"/> 工程師人員簽章 <input type="checkbox"/> 施工員人員簽章	Remarks (備註)
		D D D D	D D		

圖 6-9 施工階段預埋鋼樑項目勘驗步驟

表 6-11 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（預埋鋼樑）

檢查位置：主變電室 FL+0	檢查日期：2003/04/01
檢查項目：預埋鋼樑	檢查廠商：機電廠商
檢查結果及意見：	
檢查項目包含但不限定有：1. 預埋鋼樑間位置之相互容許誤差 $\pm 2\text{mm}$ 2. 預埋鋼樑尺寸 3. 鋼樑與地坪完成面之相對高程之容許誤差 0~5mm 經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	
 <p>2003 4 5</p> <p>1. 檢查預埋鋼樑尺寸及數量是否正確</p>	
照片 2.	
 <p>2003 4 5</p> <p>2. 經檢查無誤後拍照作為紀錄</p>	
照片 3.	
 <p>2003 4 5</p> <p>3. 確認鋼樑間之相對高程誤差於<math>\pm 2\text{mm}</math>以內使得灌漿</p>	

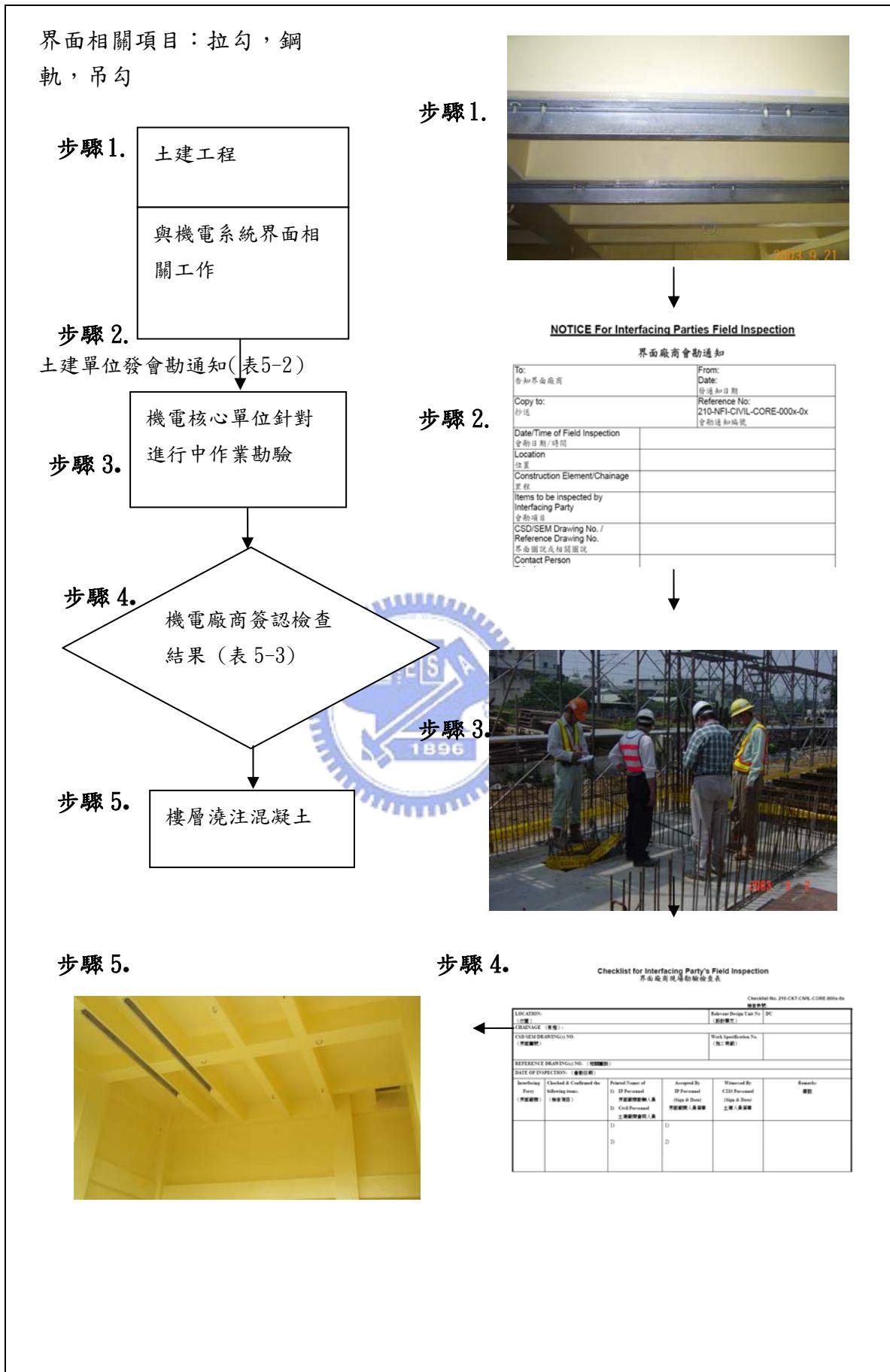


圖 6-10 施工階段拉勾項目勘驗步驟

表 6-12 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（拉勾，鋼軌及吊勾）

檢查位置：主變電室 FL+0~FL+9.5	檢查日期：2003/05/15
檢查項目：柱拉勾，鋼軌及吊勾	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查項目包含但不限定有：1. 位置（容許誤差為±50mm）	
經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	
 2003.5.15	
1. 檢查拉勾位置是否正確	
照片 2.	
 2003.9.21	
2. 檢查吊勾及鋼軌位置是否正確	
照片 3.	
 2003.9.24	
3. 內裝完成後之吊勾及鋼軌之位置	

界面相關項目：開口，鐵件  
及預埋管

**步驟 1. 土建工程**

與機電系統界面相  
關工作

**步驟 2.**

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

**步驟 3.**

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

**步驟 5.**

樓層澆注混凝土

**步驟 1.**



**NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection**

界面廠商會勘通知

To:	From:
告知界面廠商	發通知日期
Copy to:	Reference No:
抄送	210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x
Date/Time of Field Inspection	會勘日期/時間
Location	位置
Construction Element/Chainage	里程
Item to be inspected by	會勘項目
Interfacing Party	
CSD/SEM Drawing No. /	參考圖說或相關圖說
Reference Drawing No.	
Contact Person	

**步驟 2.**

步驟 3.



**步驟 5.**



**步驟 4.**

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商會場勘驗檢查表

LOCATION:	Reference Design Unit No.: DC
CHAINAGE (里數):	
CSD/SEM DRAWING(S) NO.:	Work Specification No.: (施工規範)
REFERENCE DRAWING(S) NO. (參考圖說):	
DATE OF INSPECTION: (會勘日期):	
Interfacing Party (會勘廠商) Checked & Confirmed the Following Items: (檢查項目)	
Printed Name of: 1) ID Personnel 2) Civil Personnel 工程師 3) Electrical Personnel 電氣工程師	
Accepted By: ID Personnel (Sign & Date) Civil Personnel (Sign & Date) 工程師 電氣工程師	
Witnessed By: CSD Personnel (Sign & Date) 工程師 電氣工程師	
Remarks: 備註:	

圖 6-11 施工階段開口，鐵件及預埋管項目勘驗步驟

表 6-13 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（開口，鐵件及預埋管）

檢查位置：主變電室 FL+11.5	檢查日期：2003/07/018
檢查項目：開口及鐵件，預埋管	檢查廠商：機電廠商

檢查結果：

檢查項目包含但不限定有：1. 位置（容許誤差為 $\pm 50\text{mm}$ ）2. 尺寸（依圖示）  
3. 外露地坪高度（容許誤差為  $0\sim +30\text{mm}$ ）

經確認無誤方可灌漿

照片 1.



1. 機電廠商檢測開口位置距離及尺寸

照片 2.



2. 以水準儀檢測預埋開口鐵件之水平高程

照片 3.



3. 檢查預埋管位置，尺寸及外露高度

界面相關項目：設備基座

步驟 1. 土建工程

與機電系統界面相  
關工作

步驟 2.

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

步驟 3.

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

步驟 4.

樓層澆注混凝土

步驟 1.



NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection

界面廠商會勘通知

To:	From:
告知界面廠商	發通知日期
Copy to:	Reference No:
抄送	210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x
Date/Time of Field Inspection	會勘日期/時間
Location	位置
Construction Element/Chainage	里程
Item to be inspected by Interfacing Party	會勘項目
CSD/SEM Drawing No. / Reference Drawing No.	界面圖說或相關圖說
Contact Person	

步驟 2.



步驟 3.

步驟 5.



步驟 4.

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商勘場驗證檢查表

LOCATION: 地點:	Reference Design Unit No.: DC 參考設計單元號:			
CHAINAGE (里數): 里程:				
CSD/SEM DRAWING NO. 圖說編號:	Work Specification No. (施工規範):			
REFERENCE DRAWING NO. (相關圖說): DATE OF INSPECTION: (會勘日期):				
Checklist No. 210-CKT-CIVL-CORE-000x-0x				
Interfacing Party (會勘單位) Check & Confirmed the Following Items: (核實以下各項)	Printed Name of 1) ID Personnel ID 單位人員姓名 2) CSD Personnel CSD 單位人員姓名	Accepted By ID Personnel (Sign & Date) ID 單位人員簽章 2) CSD Personnel (Sign & Date) CSD 單位人員簽章	Witnessed By CSD Personnel (Sign & Date) CSD 單位人員簽章	Remarks 備註
	1) D 2) D	1) D 2)		

圖 6-12 施工階段設備基座項目勘驗步驟

表 6-14 主變電室施工階段界面相關項目檢查表（設備基座）	
檢查位置：主變電室 FL+16.0	檢查日期：2003/08/01
檢查項目：設備基座	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查項目包含但不限定有：1. 位置（容許誤差為±50mm）2. 尺寸 3. 高程	
經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	
 <p>1. 機電廠商檢測屋頂層基座</p>	
照片 2.	
 <p>2. 機電廠商檢測設備基座螺栓間距及尺寸</p>	
照片 3.	
 <p>3. 基座內預埋管及螺栓</p>	

表 6-15 主變電室竣工階段界面相關項目檢查表

檢查位置：主變電室	檢查日期：2003/07/02
檢查項目：所有界面相關項目	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查缺失如「表 6-3 變電站 A, B, C 界面工程竣工缺失項目」	



界面相關項目：開口及鐵件，預埋管

**步驟 1. 土建工程**

與機電系統界面相關工作

**步驟 2.**

土建單位發會勘通知(表5-2)

**步驟 3.**  
機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

**步驟 4.**  
機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

**步驟 5.**  
樓層澆注混凝土

**步驟 1.**



**NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection**

界面廠商會勘通知	
To: 告知界面廠商	From: 發通知日期
Copy to: 抄送	Reference No: 210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x 會勘通知編號
Date/Time of Field Inspection 會勘日期/時間	
Location 位置	
Construction Element/Chainage 里程	
Item to be inspected by Interfacing Party 會勘項目	
CSD/SEM Drawing No. / Reference Drawing No. 界面圖說或相關圖說	
Contact Person 聯絡人	

**步驟 2.**



**步驟 3.**

**Checklist for Interfacing Party's Field Inspection**  
界面廠商現場勘驗檢查表

LOCATION: 地點:		Reference Design Unit No.: DC 參考設計單元:	
CHAINAGE (里程): 里程:			
CSD/SEM DRAWING NO. • 參照圖說		Work Specification No. (檢核標準)	
REFERENCE DRAWING NO. (相關圖說) DATE OF INSPECTION: (會勘日期)			
Interfacing Party (會勘廠商) • 機電廠商	Checked & Confirmed the Following Items: • 檢核下列項目:	Printed Name of ID Personnel • 會勘檢核人員姓名 D1 Civil Personnel • 機電檢核人員	Accepted By ID Personnel (Sign & Date) • 會勘檢核人員簽章 D1 Civil Personnel • 機電檢核人員
		D1 D2	
		D2	
			Remarks 備註

**步驟 5.**



**步驟 4.**

圖 6-13 施工階段開口，鐵件及預埋管項目勘驗步驟

表 6-16 自動變電室施工階段界面相關項目檢查表（開口及鐵件，預埋管）

檢查位置：自動變電室 FL+0	檢查日期：2003/04/04
檢查項目：開口及鐵件，預埋管	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查項目包含但不限定有：1. 預埋鋼板位置 2. 預埋鋼板尺寸 3. 鋼板間位置之相互容許誤差 $\pm 20\text{mm}$	
經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	
 <p>1. 檢查預埋管位置，尺寸及外露高度</p>	
照片 2.	
 <p>2. 檢查預埋鋼樑尺寸及數量是否正確</p>	
照片 3.	
 <p>3. 以水準儀檢測鋼樑四端點之高程，各點間之相對高程需小於<math>\pm 2\text{mm}</math></p>	

界面相關項目：建物開口

步驟 1. 土建工程

與機電系統界面相  
關工作

步驟 2.

土建單位發會勘通知(表5-2)

機電核心單位針對  
進行中作業勘驗

步驟 3.

機電廠商簽認檢查  
結果 (表 5-3)

步驟 5.

樓層澆注混凝土

步驟 1.



步驟 2.

NOTICE For Interfacing Parties Field Inspection

界面廠商會勘通知

To: 告知界面廠商	From: 發通知日期
Copy to: 抄送	Reference No: 210-NFI-CIVIL-CORE-000x-0x 會勘通知編號
Date/Time of Field Inspection 會勘日期/時間	
Location 位置	
Construction Element/Chainage 里程	
Item to be inspected by Interfacing Party 會勘項目	
CSD/SEM Drawing No. / Reference Drawing No. 界面圖說或相關圖說	
Contact Person 聯絡人	

步驟 3.



步驟 5.



步驟 4.

Checklist for Interfacing Party's Field Inspection

界面廠商現場勘驗檢查表

LOCATION: 地點:	Reference Design Unit No.: DC 參考設計單元:				
CHAINAGE (米數): 里程:					
CSD/SEM DRAWING NO.: 圖說編號:	Work Specification No.: (施工規範):				
REFERENCE DRAWING(S) NO. (相關圖說): DATE OF INSPECTION: (會勘日期):					
Inspecting Party (會勘單位) (檢查單位)	Checked & Confirmed the Following Items: 1) ID Personnel 方案管理員人員 2) CSD Personnel 方案監督員人員	Printed Name of ID Personnel 方案管理員人員 2) CSD Personnel 方案監督員人員	Accepted By ID Personnel (Sign & Date) 方案管理員人員簽章 2) CSD Personnel 方案監督員人員	Witnessed By CSD Personnel (Sign & Date) 方案監督員人員簽章	Remarks 備註
	1) 2)		1) 2)		

圖 6-14 施工階段建物開口項目勘驗步驟

表 6-17 自動變電室施工階段界面相關項目檢查表（建物開口）

檢查位置：自動變電室 FL+5.5	檢查日期：2003/05/16
檢查項目：建物開口	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查項目包含但不限定有：1. 開口位置 ( $\pm 10\text{mm}$ ) 2. 開口尺寸 (0~+25mm)	
經確認無誤方可灌漿	
照片 1.	
 2003/5/16	
1. 檢查開口尺寸	
照片 2.	
 2003/5/16	
2. 檢查開口位置	
照片 3.	
 2003/5/16	
3. 詳實記錄每一開口數據	

表 6-18 自動變電室竣工階段界面相關項目檢查表	
檢查位置：自動變電室	檢查日期：2003/09/04
檢查項目：所有界面相關項目	檢查廠商：機電廠商
檢查結果：	
檢查缺失如「表 6-3 變電站 A, B, C 界面工程竣工缺失項目」	
照片 1.	
 <p>1. 機電廠商針對已竣工之鋼樑作高程檢查</p>	
照片 2.	
 <p>2. 機電廠商針對界面相關項目做竣工檢查</p>	
照片 3.	
 <p>3. 機電廠商詳實記錄每一筆資料</p>	

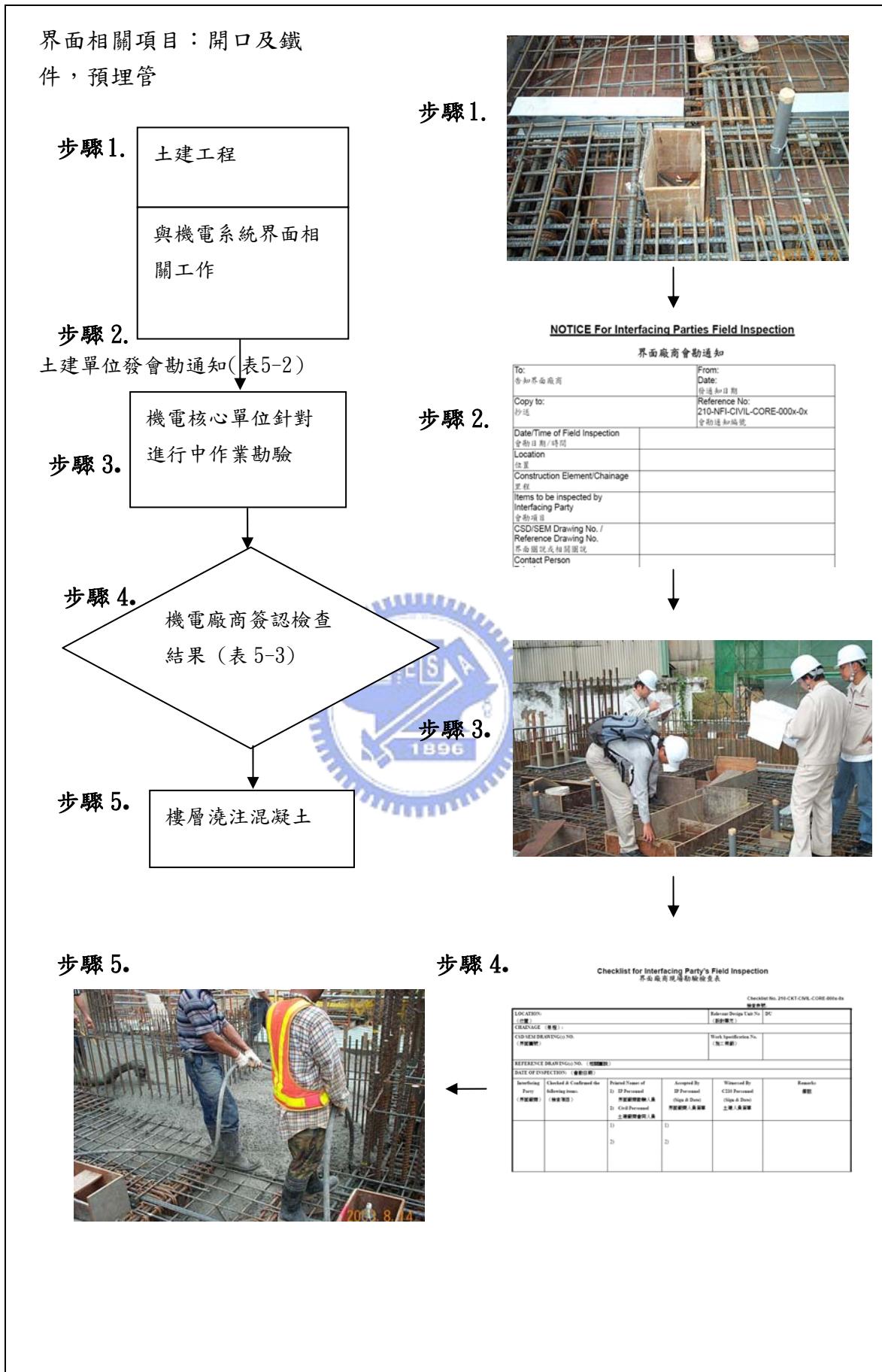


圖 6-15 施工階段開口及鐵件，預埋管項目勘驗步驟

表 6-19 72kv GIS 施工階段界面相關項目檢查表（開口及鐵件，預埋管）	
檢查位置：72kv GIS FL+0	檢查日期：2003/08/13
檢查項目：開口及鐵件，預埋管	檢查廠商：機電廠商
檢查結果： 檢查項目包含但不限定有：1. 預埋鋼板位置 2. 預埋鋼板尺寸 3. 鋼板間位置之相互容許誤差 $\pm 20\text{mm}$ 經確認無誤方可灌漿	
<p>照片 1.</p>  <p>1. 機電廠商針對界面項目進行討論</p>	
<p>照片 2.</p>  <p>2. 機電廠商進行預埋管及開口等界面項目檢查</p>	
<p>照片 3.</p>  <p>3. 機電廠商詳實紀錄勘驗後之結果</p>	

以上所舉之案例為與機電相關界面項目，除每次灌漿前邀請機電廠商檢查外（圖 5-5 施工階段界面相關項目勘驗流程圖），於土建工程竣工時再邀請機電廠商做一次總檢驗（圖 6-5 界面廠商竣工檢查及進場機制流程圖），而總檢驗之缺失項目如下表 6-20 所示。土建廠商則需根據「圖 6-5 界面廠商竣工檢查及進場機制流程圖」改正缺失，以完成土建工程階段性任務。

本文所提高鐵沿線其中三個變電站 A, B, C，機電廠商依據「Interface Requirement Compliance Check」作竣工檢查，本節將 A, B, C 三個變電站之檢查結果作完整之整理（如表 6-20 所示），除第二章以量化說明界面項目之缺失，在此將以「質化」之方式比較界面工作管理上之良窳，並可藉此警惕往後於界面相關工作施作時，注意的地方。

表 6-20 變電站 A,B,C 界面工程竣工缺失項目

項次	房間	項目類別	缺失敘述	變電站 A	變電站 B	變電站 C
1	MT1	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 3mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	MT1	預埋鐵件	各預埋鋼樑間距符合機電界面需求；然預埋鋼樑與室內地坪之限界些微超出機電界面需求，將影響機電設備之安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	MT1	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	MT1	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 540~560mm 深度不足（機電需求 600mm），需依照圖說修改	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	MT1	預埋鐵件	電纜溝槽之第一支預埋鐵板未發現，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	MT1	預埋鐵件	其中一根預埋鋼樑旁之 anchor box 偏出去 40mm，需依照圖說修改	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7	MT1	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 350mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	MT1	預埋鐵件	混凝土塊沾黏到天花板吊軌，須清除並保護		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	MT1	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	MT2	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 3mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
11	MT2	預埋鐵件	各預埋鋼樑間距符合機電界面需求；然預埋鋼樑與室內地坪之界限些微超出機電界面需求，將影響機電設備之安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12	MT2	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13	MT2	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 540~560mm 深度不足（機電需求 600mm），需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14	MT2	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 350mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15	MT2	預埋鐵件	柱拉勾太過貼於牆面，至少須有 100mm 之空間		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16	MT2	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	
17	AT1	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 5mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18	AT1	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19	AT1	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 420~540mm 深度不足（機電需求 600mm），需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20	AT1	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 380mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21	AT2	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 7mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22	AT2	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23	AT2	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 430~495mm 深度不足（機電需求 600mm），需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24	AT2	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 370mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25	AT3	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 6mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26	AT3	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	
27	AT3	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 450~530mm 深度不足（機電需求 600mm），需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28	AT3	預埋鐵件	其中一根預埋鋼樑旁之 anchor box 偏出去，		<input type="radio"/>	

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
			需依照圖說修改			
29	AT3	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 295mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30	AT4	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 6mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31	AT4	預埋鐵件	預埋鋼樑與室內地坪之限界些微超出機電界面需求	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32	AT4	電纜槽	電纜溝槽之槽鋼尚未安裝，需依照圖說施作		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33	AT4	預埋鐵件	位預埋鋼樑旁之 anchor box 深度僅 495~520mm 深度不足 (機電需求 600mm)，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34	AT4	室外一般	室外雨水集水口之深度僅 370mm 小於機電需求 500mm，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35	AT2,3, 4	一般	開始進行預埋鋼樑高差修正前，土建廠商須先行量測，量測方法及測量紀錄須提送給機電廠商審視	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
36	C-GIS	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 6mm 些許超出機電廠商之界面需求 (2mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37	C-GIS	文件	開始進行預埋鋼樑高差修正前，土建廠商須先行量測，量測方法及測量紀錄須提送給機電廠商審視	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38	C-GIS	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
39	C-GIS	預埋鐵件	地坪完成面之高程不得高於預埋鋼樑之任一點即便修補工作完成之後	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40	C-GIS	預埋鐵件	預埋鋼樑之長度小於機電廠商之需求約 45mm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
41	C-GIS	預埋鐵件	2 個地面開口偏移 80mm 以至太靠近預埋鋼樑	<input type="radio"/>		
42	C-GIS	開口	部份地面開口並未依圖位正確位置	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
43	C-GIS	開口	1 個地面開口之模板並未拆除乾淨	<input type="radio"/>		
44	C-GIS	開口	牆開口尺寸略小於機電廠商要求，需依照圖說修改		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
45	C-GIS	合約	沉水幫浦及開關箱未施作	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
46	C-GIS	一般	電磁室尚未完成，無法檢查		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
47	161kv GIS	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 5mm，超出機電廠商之界面需求 (4mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
48	161kv GIS	文件	6 支預埋鐵板的位置由於未按圖說施作，明顯不合機電廠商之需求。土建廠商須修改並於修改前提送修改計畫		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
49	161kv GIS	預埋鐵件	除上項所提之預埋鋼板外，部份預埋鐵板位置不正確，將影響機電設施之安裝		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50	161kv GIS	開口	部分地面開口未依圖說在正確位置上		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
51	161kv GIS	開口	發現地面開口有不必要之導角，將影響機電設備之安裝		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
52	161kv GIS	預埋管	牆上之預埋管端部太粗糙		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
53	161kv GIS	合約	沉水幫浦及開關箱未施作	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
54	161kv GIS	一般	電磁室尚未完成，無法檢查		<input type="radio"/>	
55	72kv GIS	預埋鐵件	預埋鋼樑之最高及最低高程差為 7mm 些許超出機電廠商之界面需求 (4mm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
56	72kv GIS	預埋鐵件	部份預埋鋼樑位置不正確，將影響機電設施之安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
57	72kv GIS	開口	部分地面開口未依圖說於正確位置，將影響機電設施之安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
58	72kv GIS	開口	發現地面開口有不必要之導角，將影響機電設備之安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
59	72kv GIS	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
60	72kv GIS	預埋鐵件	地坪完成面之高程不得高於預埋鋼樑之任一點即便修補工作完成之後	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
61	72kv GIS	合約	沉水幫浦及開關箱未施作	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
62	72kv GIS	一般	電磁室尚未完成，由於有許多施工材料及混凝土塊導致無法檢查		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
63	W.C	內裝	廁所內裝尚未完成		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
64	OT1	一般	2 個 anchor box 的位置明顯偏移		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
65	OT1	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
66	OT2	地坪裝修	地坪裝修尚未完成	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
67	Control room	開口	發現地面開口有不必要之導角,將影響機電設備之安裝	<input type="radio"/>		
68	Battery room	地坪裝修	地坪裝修尚未完成	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
69	C-GIS, 161kv GIS,72 kv GIS	人孔	人孔蓋尺寸過大超出機電廠商之需求,要求修改成適合之大小	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
70	External works	室外一般	圍籬安裝工作進行中	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
71	External works	室外一般	圍籬門尚未完成	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
72	External works	通道	永久進出道路施工中	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
73	External works	室外一般	室外管溝槽尚無法檢查	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
74	External works	室外一般	幾乎所有戶外工作包括以上幾項均在進行中而無法檢查	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
75	AT3	接地	自接地網至冷卻器基座之接地線偏移,其外露接地線部份應在冷卻器之 anchor box 裡面	<input type="radio"/>		
76	MT1	接地	自接地網至冷卻器基座之接地線偏移,其外露接地線部份應在冷卻器之 anchor box 裡面	<input type="radio"/>		
77	MT2	接地	自接地網至冷卻器基座之接地線偏移,其外露接地線部份應在冷卻器之 anchor box 裡面	<input type="radio"/>		
78	所有房間	接地	機電廠商這一次只能檢查特定接地線,其他部份尚無法檢查	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
79	一般事項	接地	所有接地線應貼上標籤以方便辨識	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
80	室外	接地	自接地網至建物西側圍籬之接地線並未發現	<input type="radio"/>		
81	室外	接地	接地網與建物西側圍籬之接地線並無連續,接地線似乎受損	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
82	室外	接地	許多接地線表面受損,須作適當之修復或更換	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
83	室外	接地	Radio 小房間於北側之接地線被埋在地面	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
			下，應外露並保護之			
84	室外	接地	預埋之接地標示尚未安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
85	室外	一般	接地線之竣工圖需提供給機電廠商審視	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
86	室外	一般	接地網之電阻值記錄應提供給機電廠商審視	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
87	MT, AT	二次施工	永久牆面需在機電廠商完成設備進場後封起來，	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
88	安全	一般	土建廠商應負責起場地內所有之安全直到機電廠商進場	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
89	161kv GIS	接地	電磁室內之接地線遭破壞，需修復	<input type="radio"/>		
90	161kv GIS,72 kv GIS	排水	每一間電磁室之集水坑經一樓排至外部排水系統須由高鐵公司決定	<input type="radio"/>		
91	高架橋	OCS	高架橋面OCS系統之螺栓尚未安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
92	室外	電纜槽	留在電纜溝壁上之鐵釘及鐵線需清除	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
93	室外	預埋管	預埋pvc管兩側須保持滑順	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
94	C-GIS room	OCS	預埋鋼管需離壁面55mm, 175mm, 180mm, 且需帽蓋及車牙	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
95	AT1	OCS	預埋鋼管需離壁面190mm, 160mm 且需帽蓋及車牙	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
96	Control room	預埋管	保持預埋管突出樓板100mm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
97	CCTV 基座	基座	Pull box尚未安裝，接地線須移至基座邊	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
98	室外	一般	開口面過於粗糙，表面需平滑	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
99	室外	一般	開口(1000*1000*1200)面過於粗糙，表面需平滑	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
100	室外	一般	預埋管之鐵線尚未安裝	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
101	室外	基座	天線基座尚未完成	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
102	室外	一般	屋頂遮蔽小房間尚未完成	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
103	室外	地坪裝修	地坪裝修尚未完成		<input type="radio"/>	
104	室外	室外一般	外牆裝修尚未完成		<input type="radio"/>	
105	室外	室外一般	鋪面尚未完成		<input type="radio"/>	
106	室外	室外一般	建物四週所需鋪設之礫石尚未完成		<input type="radio"/>	

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
107	室外	室外一般	其餘室外工作如排水，路緣石等尚未完成			<input type="radio"/>
108	一般	室外一般	門四周氣密尚未施作			<input type="radio"/>
109	一般	室外一般	清潔工作尚未完成			<input type="radio"/>
110	室外	接地	獨立接地棒及所需接地線尚未安裝			<input type="radio"/>
111	一般	接地	接地系統及電阻值尚無法接受測試			<input type="radio"/>
112	室外	接地	圍籬及大門以及相關接地系統均尚未完成			<input type="radio"/>
113	室外	接地	獨立接地棒和所需之接地線尚未安裝			<input type="radio"/>
114	一般	文件	預埋鋼樑之高程檢測紀錄須提送給機電廠商	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
115	一般	文件	天花板吊勾及柱拉勾之荷重測試資料須提送機電廠商			<input type="radio"/>
116	一般	文件	技術性操作文件如捲門，沉水幫浦等須提供機電廠商	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>
117	一般	深水井	接地系統之深水井尚未完成			<input type="radio"/>
118	MT1& MT2	鐵件	天花板吊軌之螺栓尚未全部安裝完畢			<input type="radio"/>
119	控制室	開口	二個牆開口太過靠近樑，兩者間距須保持 100mm			<input type="radio"/>
120	MT1& MT2	預埋管	介於基座與電纜開口間有3個預埋管未安裝			<input type="radio"/>
121	MT1& MT2	一般	介於基座與變壓室之間油槽的一道牆需施作			<input type="radio"/>
122	C-GIS room	開口	2個牆開口未施作 ( 600*600, FL+3800 ) ( 500*500, FL+3800 )			<input type="radio"/>
123	樓梯間	預埋管	2支預埋管位於牆開口外未施作			<input type="radio"/>
124	MT1& MT2	預埋管	許多電纜槽內之預埋套管位置錯誤			<input type="radio"/>
125	MT1& MT2	預埋鐵件	預埋鋼樑，預留盒，套管等位置及尺寸於二次 混凝土澆築前先檢查並提送測量報告			<input type="radio"/>
126	MT1& MT2	鐵件	電纜槽之花紋鋼版尚未安裝完畢			<input type="radio"/>
127	MT1& MT2	鐵件	用以支撑電纜槽花紋鋼版之C型鋼尚未施作			<input type="radio"/>
128	AT1& AT2	鐵件	用以支撑電纜槽花紋鋼版之C型鋼尚未施作			<input type="radio"/>

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
129	OT1& OT2	預埋鐵件	部份坐於電纜槽側邊之預埋鐵板無法辨識			○
130	OT1& OT2	鐵件	電纜槽之花紋鋼版尚未安裝完畢			○
131	C-GIS	地坪	地坪裝修完成前，部分地板面高程明顯高於預埋鋼樑，土建廠商須修正以符合機電需求			○
132	161kv GIS	開口	地板開口及套管位置及大小應在地板裝修開始前檢查，並提送檢查報告給機電廠商			○
133	161kv GIS	預埋管	2支 $\varphi 50mm$ 地板預留套管施作位置錯誤			○
134	161kv GIS	地坪	地坪裝修完成前，部分地板面高程明顯高於預埋鋼樑，土建廠商須修正以符合機電需求			○
135	161kv GIS	開口	3處 200*200mm 之地板開口，現場量之尺寸為 300*200mm			○
136	161kv GIS	開口	樓地板開口位置與圖說有出入			○
137	161kv GIS	預埋管	部份 $\varphi 50mm$ 套管位置與圖說不一致且未符合機電需求			○
138	161kv GIS	地下室一般	灌漿完後之混凝土拆模後多餘之混凝土及模板需移除			○
139	161kv GIS	地下室一般	相當多不需要之施工用材料如鋼筋，鐵線及混凝土塊必須清除			○
140	161kv GIS	地下室一般	2支預埋鐵管作於地下室牆上於檢查時找不到			○
141	72kv GIS	開口，預埋鐵件	預埋鋼樑，地板開口及套管位置及大小應在地板裝修開始前檢查，並提送檢查報告給機電廠商			○
142	72kv GIS	開口	所有樓地板開口之位置與圖說不一致且部份開口大小小於所需之尺寸			○
143	72kv GIS	預埋管	所有 $\varphi 50mm$ 套管位置與圖說不一致且未符合機電需求			○
144	控制室	開口	所有樓地板開口之大小均小於機電廠商之需求			○
145	變電站	通道	既有道路與混凝土面間有間隙，需保持路面平			○

項 次	房間	項目類別	缺失敘述	變 電 站 A	變 電 站 B	變 電 站 C
	外通道		坦以利設備輸送			
146	一般	接地	避雷系統尚未完成			○
147	室外	接地	測出之接地阻值為 0.821ohm 並不符合計算值 0.371ohm, 若如此, 則需設一深水井以降低			○
148	AT2	接地	部分在 anchor box 裡之接地線並無絕緣, 必須將地線延伸至少 2m			○
149	一般	電纜槽	槽內之套管應保持端部滑順			○
150	一般	電纜槽	電纜槽蓋尚未安裝			○
151	一般	鐵捲門	廠商應檢查捲門底部是否有間隙以免水流進			○
152	一般	鐵捲門	鐵捲門之終端箱應提供			○
153	一般	電纜室	所有電纜是應提供防污漆			○
154	一般	地坪	廠商應提供 3m 長平坦且夯實之地坪於主便壓室前			○
155	電磁室	地坪裝修	Epoxy 地坪應取代防酸地磚及踢腳			○
156	OT1& OT2	一般	室內烤漆及電纜槽，牆面踢腳尚未完成			○
157	室外	室外人孔	人孔尚未完成，在人孔上方與電纜槽間有一大空隙			○

註：“○”表示該項為缺失

上列項目為機電廠商於建物完成到期日前，針對機電相關界面項目逐一檢查後，整理統計界面缺失數量如圖 6-16，依據高鐵土建合約，土建廠商之實質完工條件之一為機電相關界面項目得符合機電廠商之需求，因此，若土建廠商收到機電廠商開立缺失，則須在時間內將界面缺失改正完畢，並再次邀請機電廠商複驗。

## 變電站界面項目缺失統計

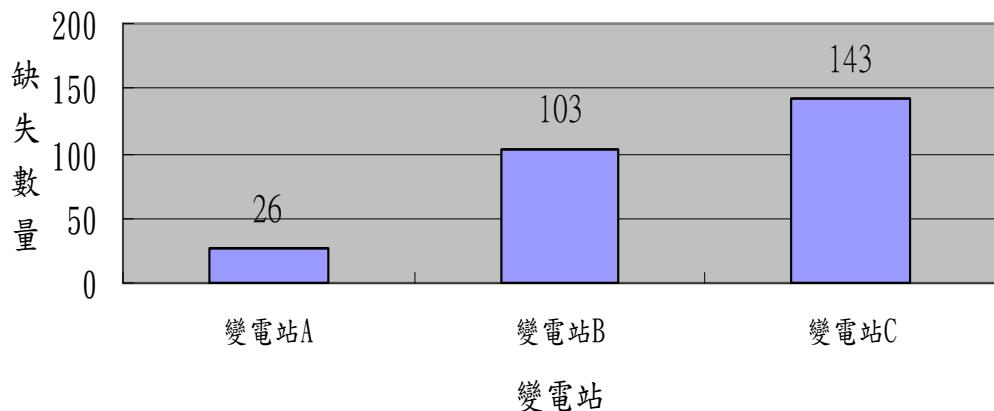


圖 6-16 變電站工程界面缺失比較表

表 6-21 將缺失項目依其屬性整理區分五類，第一類為預埋鐵件，鐵件，預埋管及電纜槽等，第二類為一般項目，第三類為開口，人孔，基座，基地及 OCS 系統，第四類為通道，捲門，排水及二次施工等，第五類為文件合約類；各項目作一統計，可呈現各項目之缺失數量。

表 6-21 變電站界面工程竣工缺失統計表

類別	項目敘述	A	B	C
第一類	預埋鐵件	17	29	29
	鐵件	0	0	5
	預埋管	0	3	9
	電纜槽	0	7	8
第二類	室內一般	0	4	4
	室外一般	1	10	17
	地下室一般	0	0	3
	一般	0	6	8
	地坪裝修	0	7	11
第三類	開口	0	8	13
	人孔	0	1	2
	基座	0	2	2
	接地	0	11	13
	OCS 系統	0	3	3
第四類	通道	0	1	2
	鐵捲門	0	0	2

類別	項目敘述	A	B	C
	二次施工	1	1	1
	排水	0	1	0
第五類	文件	4	6	8
	合約	3	3	3
	總計	26	103	143

圖 6-17 將上表以圖例方式呈現如下，可以清楚看出第一類為 A，B，C 三家廠商最常出錯之缺失項目，且所佔比重也最高。其主要原因因為機電廠商之需求相當嚴謹外，土建廠商於灌漿過程中輕忽其嚴重性，以致竣工檢查時，幾乎無法通過檢查。

變電站界面工程竣工缺失統計

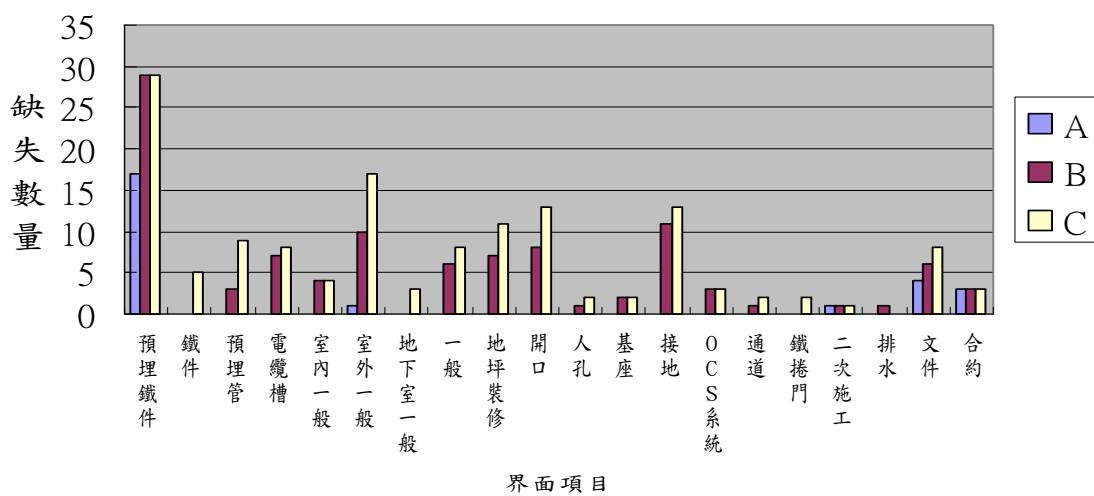


圖 6-17 變電站界面工程竣工缺失統計圖

依表 6-21 之分類及圖 6-17 各界面相關工項缺失來看，進一步探究其缺失原因，分析如表 6-22 所示：

表 6-22 界面工項缺失原因探討

類別	項目	缺失產生原因
第一類	預埋鐵件，鐵件，預埋管等	機電廠商訂定之規範較為嚴謹，如一組（共四支）預埋鋼樑之相對高程誤差須保持在±2mm。

類別	項目	缺失產生原因
		然而，施作廠商於灌漿時產生之震動導致高程誤差超出 $\pm 2\text{mm}$ ，而未立即採取補救動作，一旦混凝土固結後，其高程超出部分需做修正。
第二類	結構裝修面與界面工項相關	現場施作時地坪裝修面時，預埋鋼樑（板）高程需高於其周邊之地坪；然由於最初灌漿時未考量後續裝修面之高度，預埋鋼樑僅略高於結構面，致使施作裝修面時，往往地坪與預埋鋼樑表面同高。
第三類	開口，人孔，基座等	1. 未充分了解機電規範需求。 2. 開口及人孔尺寸未考量後續粉刷作業，致使最後開口尺寸小於機電需求。
第四類	通道，鐵捲門，二次施作及排水	 運輸通道主要為考量機電大型設備需使用大型板車進出使用，由於板車等載運貨物載重過大，因此道路須能承受載重外，車輛之迴轉半徑，通道之便利性均為考量。  避免變電站空間內釋放之氣體外洩，鐵捲門及門扇等四週需加強密封。
第五類	合約及相關文件	合約項目如沉水泵浦於土建及機電合約內詳述該項均非雙方承商之施作範圍，而機電廠商於竣工檢查時仍將該項列為土建廠商之缺失。

根據上列整理之圖表，三個變電站（A，B，C）為三個土建標段之廠商所建立，雖分成三個標段，然而變電站 A 及變電站 B 之兩個標段均為同一土建廠商，一般看來，變電站 A 及變電站 B 不論在施工進度，時程管控，品質管制及界面協調等管理方面應為一致，乃至選擇相同的包商，其施工品質應相去不遠。條件相仿的情形下，卻得到如上表之不一樣結果。經過與相關人士之訪談及綜合討論分析，兩個案例之相同及相異處，歸納如表 6-23 所示：

表 6-23 變電站 A,B 同異點比較

相同點		
項目	變電站 A	變電站 B
1. 相同建物及設計	高鐵沿線共 7 座變電站，均依機電廠商之需求設計。	同左
2. 相同包商	兩個標段均為相同之土建廠商，因此所使用的小包也都相同。	同左
3. 相同完工期	雖然開工時間不同，然工作天均一致。	同左

相異點		
項目	變電站 A	變電站 B
1. 現場指導方式	由土建廠商主導監管現場工作，且清楚地將指令傳達給包商。 	將現場統包給某一家廠商，將現場指揮工作交由此一廠商，土建廠商則退居第二線，第一及第二線或許認知理解上不同而影響現場工作。
2. 界面需求之了解程度	土建廠商人員參與和機電廠商之例行會議，並針對設計及施工與機電廠商協調。	管理廠商並未充分了解機電廠商之需求。
3. 界面項目之檢查	為求謹慎，根據界面廠商要求於灌漿前作檢查。	並未完全照機電廠商之要求作檢查。

由以上分析，可了解變電站 A 及變電站 B 明顯的差異。此外，再將變電站 C 與變電站 A 及變電站 B 做比較並作成比較表（詳表 6-24）呈現如下：

表 6-24 變電站 A,B,C 同異點比較

項目	變電站 A	變電站 B	變電站 C
1.建物	共四棟 ( MT, AT, 161KV GIS, 72KV GIS )。	同左	同左
2.設計	土建設計融入機電須求。	同左	融入機電須求，不同土建設計（結構及裝修）。
3.分包商	變電站 A 與變電站 B 於主要工項使用相同分包商。		與變電站 A 及變電站 B 使用不同分包商。

項目	變電站 A	變電站 B	變電站 C
4.現場指導方式	由土建廠商主導監管現場工作，且清楚地將指令傳達給包商，重視機電界面項目。	將現場統包給某一家廠商，將現場指揮工作交由此一廠商，土建廠商則退居第二線，第一及第二線或許於認知理解上不同而影響現場工作。	由土建廠商主導監管現場工作，對於機電界面項目並未重視，施工品質欠佳。
5.界面協調及需求之了解程度	土建廠商人員參與和機電廠商之例行會議，並針對設計及施工與機電廠商協調，協調順暢。	統包商透過土建廠商說明，然對於界面項目並非相當了解。	土建廠商人員參與和機電廠商之例行會議，然對設計及施工與機電廠商協調不甚暢通。
6.界面項目檢查	為求謹慎，根據界面廠商要求於灌漿前作檢查。	並未完全照機電廠商之要求作檢查。	為求進度，甚少邀請機電廠商於灌漿前作檢查。
7.完工情形	因機電廠商於開工期間變更設計，因而展延工期，然順利於工期內完成。	主要結構體於工期內完成，然仍有多項缺失修補。	無法於工期內完成，且缺失修改時間相當冗長。

經由以上表列所做的『質化』交叉分析及『量化』分析，可明顯看出變電站 A 在界面管理機制之運作下，與另外兩個案例之成果比較有明顯差別，雖然變電站 A 仍有些許缺失發生，然而整體看來，變電站 A 自設計階段到施工階段皆遵循著機制，而機制的產生也是因為碰到問題時所發展出的產物，有了這套機制可順利解決問題，若無法順利解決或環結出問題，則積極的協調處理，因此變電站 A 即是以這樣的態度在時間內完成；相反地，變電站 C 在施作中並不順利且最後完成修補的時間竟然比變電站 A 晚了一年多的時間，所花費的人力資源及金錢是相當驚人的。

## 6.6 土建廠商角度檢視變電站之界面問題處理

本研究是以土建廠商之角色闡述土建-機電之界面，土建廠商往往是最早進場施工，從先前規劃到設計施工皆是與時間賽跑，尤其看似簡單之變電站在加入機電之界面項目後卻也增加其困難度，設計工作因為機電廠商的緣故拖延了一段時間，開始施工後不久又因機電廠商之變更設計而影響後續作業，因此，為減少界面造成之影響逕

而建立一套機制，如此可減少對土建廠商之影響且對界面工作項目也可順利進行。

另外，值得一提的是，機電廠商之進場時間是在土建廠商之後，亦即，機電廠商作完土建部份之竣工檢查後，確認土建廠商施作之界面項目符合機電廠商之要求，則機電廠商才會開始進場，此舉可避免廠商間相互工作而產生之界面問題。



## 第七章 結論與建議

### 7.1 結論與貢獻

高速鐵路目前已經開始營運，土建-機電之界面工程亦已得到台灣高鐵公司之驗收合格。在高鐵工程開始前，僅有如規模較大之捷運工程有較完善之界面協調及整合系統，且界面之協調整合亦是不斷的改善發展，才能到今日施作較完善。

高鐵工程工期僅僅五年多，為了將既多又雜之土建-機電等各界面順利解決，許多界面上之問題均是碰到了，即刻討論協調出一套有效率之解決方法，主要目的即是使工作能夠順暢的進行，高鐵工程之界面不僅僅只有在設計及施工當中才會碰到，在其他的範疇也是有界面，『界面』可說是無所不在。

本研究因此選擇以高鐵變電站工程作為土建-機電界面整合之案例，從設計到施工等階段透過界面管理機制，詳細說明所遭遇到之困難及界面處理原因、情形等，其具體研究成果有以下三個部分：

- 
- 藉由高鐵 A 標界面管理機制之流程說明，在納入界面廠商需求之前，經由審閱並提出問題澄清，得到界面廠商確認之後，再將其納入設計，可避免人力及時間的無謂浪費。此機制可提供廠商在碰到界面問題時之處理模式。
  - 由高鐵 A 標變電站案例可見，每次灌漿前邀請界面廠商勘驗，不僅確保施作之界面相關工項符合界面需求，並且可減去因界面需求不符而導致工程延誤之因子。
  - 瞭解高鐵大型工程（BOT 案）界面作業之處理方式，並比較高鐵工程與捷運工程於界面處理之不同處。
  - 藉由界面管理機制於高鐵工程之運用，可實際了解機制建立的原因背景，並可做為規模較大，工期較長工程之參考。

### 7.2 後續研究之建議

最後針對本研究進行過程中因時間及能力不足而遭遇之困難及尚無法解決之問題做一整理，希望可以對後續進行相關研究人員有所幫助：

- 本研究主要以高鐵大型工程為主，其合約，品管以及界面等部門均獨立運作，且

要求非常的高，因此，不論是文書作業或外部施工均得相當謹慎，對於金額較小之工程，要以高鐵模式要求或許有困難。建議可針對此區塊之界面部份作案例收集及討論。

2. 本研究以高鐵變電站作為案例，研究土建-機電之界面問題。然而，對於其他界面部分，尤其是土建-軌道或是機電-軌道等界面可另作討論。
3. 目前本研究是以變電站建物作為案例研究，而若以一般大樓或是廠房等建築物做案例研究，則因一般大樓或是廠房均有機電設施，且機電部份問題也較複雜，建議將「土建-機電界面問題」再進一步區分為「土建與水、電、空調、消防」四部份作分析討論。



## 參考文獻

- 【1】 Akinci, B., Fisher, M., Kunz, J. and Levitt, R., “Representing Workspaces Generically in Construction Method Models.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2002, 128(4), pp.296-305.
- 【2】 Akinci, B., Fisher, M. and Kunz, J., “Automated Generation of Workspaces Required by Construction Activities.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2002, 128(4), pp.306-315.
- 【3】 Bernold, L. E., “Spatial Integration in Construction.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2002, 128(5), pp.400-408.
- 【4】 Gou, S. S., “Identification and Resolution of Workspace Conflicts in Building Construction.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2002, 128(4), pp.287-295.
- 【5】 Riley, D. R. and Sanvido, V.E., “Patterns of Construction-Space Use in Multistory Buildings.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 1995, 121(4), pp.464-473.
- 【6】 Riley, D. R. and Sanvido, V.E., “Space Planning Method for Multistory Building Construction.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 1997, 123(2), pp.171-180.
- 【7】 T. C. Pavit and A. G. F. Gibb, “Interface Management within Construction, In Particular Building Facede.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2003, 129(1), pp.40-57.
- 【8】 Thabet, W. Y. and Beliveau, Y. J., “Modeling Workspace to Schedule Repetitive Floors in Multistory Building.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2003, 129(1), pp.58-67.

*Management*, ASCE, 1994, 120(1), pp.96-116.

- 【9】 Korman M. T, Fischer A. M., Tatum C. B, “Knowledge and Reasoning for MEP Coordination.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2003, 129(6), pp.627-634.
- 【10】 Korman M. T, Tatum C. B. “Prototype Tool for Mechanical, Electrical, and Plumbing Coordination” *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, 2006, pp.38-48.
- 【11】 Tommelein, I. D. and Zouein, P. P., “Interactive Dynamic Layout Planning.”, *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 1993, 119(2), pp.266-287.
- 【12】 Lai, Y. T., and Wang, W. C., “Automated representation of construction interface.” 17<sup>th</sup> international symposium on automation and robotics in construction, 1994, pp.137-142.
- 【13】 ZoueinI P. P. D. Tommelein “Dynamic layout planning using a hybrid incremental solution method.” *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 1999, pp.400-408.
- 【14】 Soh C. K., Wang Z. h., “Parametric Coordinator for Engineering Design” *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2000, pp.233-240.
- 【15】 Wang Y. H. “Coordination Issues in Chinese Large Building Projects.” *Journal of Management in Engineering*, 2000, pp.54-61
- 【16】 Riley R. D., Priya Varadan, James S. J, H. Randolph Thomas “Benefit-Cost Metrics for Design Coordination of Mechanical, Electrical, Plumbing System in Multistory Buildings.” *Journal of the Construction Engineering and Management*, ASCE, 2005, pp.877-889.

- 【17】 Tatum C. B., Korman M. T. “Coordinating Building System: Process and Knowledge” *Journal of Architectural Engineering*, 2000, pp.116-121.
- 【18】 D. Darshi de Saram, Syed M. Ahmed “Construction Coordination Activities: What is Improtant and What Consumes Time” *Journal of Management in Engineering*, 2001, pp.202-213.
- 【19】 Shohet M. I., Frydman S. “Communication Patterns in Construction at Construction Manager Level” *Journal of Contruction Engineering and Management*, ASCE, 2003, pp.570-577.
- 【20】 D. Darshi De Saram ; Syed M. Ahmed. “Suitability of the Critical Incident Technique to Measure Quality of Construction Coordination” *Journal of Management in Engeering*, ASCE, 2004, pp.97-109.
- 【21】 王維志，「考慮工程界面影響之新進度網圖模式」，國立交通大學，行政院國家科學委員會專題研究報告，台北，2000。
- 【22】 劉正章，「考慮界面影響之施工進度網圖模式—以 NETCOR 網圖模式為基礎」，碩士論文，國立交通大學土木工程學研究所，新竹，2001。
- 【23】 江文章，「界面表達系統與界面管理體系之研究—以上建與機電之界面為對象」，碩士論文，國立台灣科技大學營建工程研究所，台北，2002。
- 【24】 陳曉晴，「建築工程機電系統施工界面整合之探討」，碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所，台北，2003。
- 【25】 林宗銘，「捷運工程施工階段土機介面管理模式之研究」，碩士論文，國立台灣科技大學營建工程研究所，台北，2003。
- 【26】 戴培達，「施工階段界面圖繪製整合」，台灣營建研究院工程設計品保與界面圖說整合研討會，第 227 頁-273 頁，台北，1999。
- 【27】 戴培達，「結構機電界面圖(CSD/SEM)整合」，台灣營建研究院結構機電界面圖(CSD/SEM)整合訓練教材，台南，2005。
- 【28】 葉宏安、汪俊男、王維志，「施工界面管理之改善」，中華民國第一屆營建管理學術研討會，第 281 頁-289 頁，台北，1999。

- 【29】謝文通，「高層集合住宅建築與設備介面之整合-介面整合編碼系統及資料庫模型之研究」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南，1996。
- 【30】郭哲明、吳毓勳，「建築工程施工界面整合之研究」，內政部建築研究所專題研究計畫成果報告，1999。
- 【31】賴銘利，「界面作業群組化管理之實務運用」，碩士論文，國立交通大學土木工程學研究所，新竹，2005。
- 【32】林陵三，「台北捷運系統機電工程界面概述與整合」，工程，72 期，第 16 頁-34 頁，1999。
- 【33】裴文正，「捷運工程界面整合管理」，捷運技術，23 期，第 223 頁-242 頁，2000。
- 【34】張兆麟，「捷運專案計畫施工管理」，捷運技術，23 期，第 243 頁-274 頁，2000。
- 【35】張辰秋，「捷運機電系統工程時程控制與管理技術」，捷運技術，23 期，第 295 頁-304 頁，2000。
- 【36】黎煥霖，「界面協調在淡水線捷運工程的實際作為」，機電系統工程處論文集，台北市政府捷運工程局，1994。  

- 【37】詹堯安、林建良，「設計與施工介面問題之研究—以公路工程為案例」，第七屆營建工程與管理研究成果聯合發表會，2003。
- 【38】簡哲宏，「台北捷運淡水線「軌道工程界面」之探討」，捷運技術半年刊，2000。
- 【39】高鐵土建工程合約，第九冊「界面管理系統」，2000。
- 【40】高鐵土建工程 C210 標，「界面協調報告」，2000。
- 【41】吳福祥，「高鐵建設計畫執行情形」，軌道工程課程講義，第 8 頁，2006。
- 【42】周嘉鵬，「集合住宅系統化工法技術性規範分析整理/設備水電部份」，內政部建築研究所，1995。
- 【43】江哲銘，「集合住宅管線系統調查與設置準則之研究」，內政部建築研究所，1995。

## 附錄 A - 專有名詞彙整表

英文	中文	英文	中文
Access date	進場日期	Access road	進出通道
AT Room	自動變電室	BOT (Build–Operate–Transfer )	興建營運移轉
Bulk Supply Substation	變電站	Civil	土建
Communication	通訊系統	Combined Service Drawings (CSD)	機電整合界面圖
Coordinated Installation Program	施工界面協調計畫	Coordinated Interface Report	界面協調報告
Core System	核心機電	Depot	基地
Depot & Workshop Equipment and Service Locomotive	機電設施及工作車	Delivery Route Drawing	運送路線圖
EMU	電聯車	Escalator and Elevator	電扶梯及電梯
Interface Demarcation Drawing	界面分界圖	Interface meeting	界面會議
Interface Master Log	主界面管理表	Interface Control Document	界面控制文件
Interface Requirement Compliance Check	界面需求勘驗	Joint Venture	聯合承攬
MT Room	主變電室	Noise Barrier	隔音牆
Operation Control Center	行車控制中心	Power Supply	供電系統
Request for Information	疑義澄清表	Small building	小房間
Standard Drawing	標準圖說	Stage Information	階段性資訊
Structural Electrical Mechanical Drawings (SEM)	結構機電整合界面圖	Substantial Completion Date	合約完工之日期
System Integrate Test	系統運轉測試	Three Monthly Programme	三月預定進度報表
Trackwork	軌道	Turn Key	統包
72kv GIS room	72 千伏氣體絕緣關閉室	161kv GIS room	161 千伏氣體絕緣關閉室