

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文

#### 大眾運輸危險預警資訊系統之研究

A study on the warning information system  
for the mass transport in catastrophic situations



研究生：曾令偉

指導教授：黃台生 副教授

中華民國一〇〇年六月

大眾運輸危險預警資訊系統之研究

A study on the warning information system  
for the mass transport in catastrophic situations

研究生：曾令偉

Student：Tseng Ling-Wei

指導教授：黃台生 副教授

Advisor：Huang Tai-Sheng



國立交通大學  
交通運輸研究所  
碩士論文

A Thesis  
Submitted to Institute of Traffic and Transportation  
College of Management  
National Chiao Tung University  
In Partial Fulfillment of the Requirements  
For the Degree of Master  
in  
Traffic and Transportation  
June 2011  
Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇〇年六月

# 大眾運輸危險預警資訊系統之研究

研究生：曾令偉

指導教授：黃台生 副教授

國立交通大學交通運輸研究所

## 摘 要

在近年來全球氣候變遷下，災害發生的頻次與強度逐年增加。大眾運輸在天災頻傳的情境下，受災程度亦越高。大眾運輸業者時時刻刻背負著車輛上所有乘客與駕駛的生命，車輛在行駛中隨時面臨許多可能發生的災害。因此大眾運輸危險預警資訊系統，即於可能危險發生之前，將所有資訊在關鍵時刻提供給決策者，並立即傳遞決策資訊給第一線人員，以避開即將可能面臨之安全上的威脅。本研究透過文獻回顧法檢視現行政府機關提供預警資訊的機制與流程，卻發現大眾運輸被忽略於災害防救體制之外；透過專家訪談法了解大眾運輸業者如何獲得並處理預警資訊，卻發現許多業者並沒有一套完整的機制足以應付可能遭遇的危機。



理想的危險預警資訊系統，必須達到有效率傳遞資訊、資訊傳遞一步到位，以及資訊完整無遺漏等目標。本研究站在資訊效率面、資訊內容面及決策時機面等角度，探討現今預警制度下的缺失。以預警資訊系統之目標、業者資訊上的需求，以及現行制度之不足等角度，研擬大眾運輸危險預警資訊系統。本研究將危險預警系統加入空間等概念，並將不同的危害區分等級，並研擬相對應的策略。對於鐵路客運業者而言，由於路線管轄權即業者本身，故資訊蒐集者仍為業者自己，但臺鐵等單位卻對自己路線的狀況不了解，故必須透過偵測設備隨時觀測，以保障行車安全；對於公路汽車客運業而言，路線管轄權為政府各級道路管理機關，故業者無法掌握道路狀況，必須仰賴政府提供道路之資訊，才能讓公路汽車客運業者行駛於路上更有保障。大眾運輸業者平時應針對各種警戒制定一套作業機制，並時常演練，可縮短可能災害來臨時的決策時間，並增加預警資訊系統之效率。如此一來，才能在千鈞一髮之際，避免慘不忍睹的狀況一再上演，並保住所有乘客與駕駛於生命上的安全，預警資訊系統才能發揮應有之功效。

**關鍵字：**大眾運輸安全、災害預防、預警系統、資訊流

# **A study on the warning information system for the mass transport in catastrophic situations**

Student : Tseng Ling-Wei

Advisor : Huang Tai-Sheng

Institute of Traffic and Transportation  
National Chiao Tung University

## **Abstract**

Global warming is one of the most important issues, and the frequency of disasters has increased in recent years. The mass transport system carries off a lot of passengers. It would be very dangerous if accidents occur. Before an accident, a warning information system will give some useful information to remind decision makers to prevent passengers from dangers right away. After decision makers make the decision, the system will inform drivers to implement those strategies. By checking the procedure in our government with the literature review, we find out that the government does not consider incorporating a warning information system into the mass transport system. We also check on how the operators of the mass transport do, but we learn that they don't have complete procedure and information to handle the problem.

For an ideal warning information system, it has to transport information efficiently, give useful information, and give information completely. In order to discuss this problem, we check the efficiency of information transportation, information context, and the timing of decision making. To improve the system, we consider the goal, the demand, and the insufficiency of the warning information system now. We also consider the concept of space, and divide the risks into three divisions to handle different situations. For railways, railway companies manage the route by themselves, so they can detect mountains, rivers, winds, and rains. But Taiwan Railways Administration (TRA) almost doesn't have detectors to detect its routes, and it is so dangerous for passengers. For buses, the bus industry does not manage the route by themselves, so they have to know the situation by the government. Depending on a refined framework, the operators of the mass transport have to discipline workers regularly so as to reduce time and improve the efficiency to handle unexpected situations. After we improve the warning information system, the mass transport could become more complete and useful.

**Keywords : mass transport safety, disaster prevention, warning system, information flow**

## 誌謝

時光荏苒，轉眼間兩個寒暑已悄悄地溜走。驀然回首，往事歷歷在目。在這段人生的片段中，首先必須致上敬意與感謝的人，莫過於功不可沒的恩師 黃台生副教授。當我對於論文方向感到茫然時，在老師循循善誘之下，資質駑鈍的我有如在黑夜的大海中，看見遠處的一座燈塔，指引著我找到正確的方向。老師總是以樂觀進取的態度看待每件事物，蘇軾於超然臺記一文曾提到：「凡物皆有可觀，苟有可觀，皆有可樂，非必怪奇偉麗者也。」恩師「不以物傷性」的心境，值得我們在論文寫作之餘多加學習！

口試期間，由衷感謝臺北市交通局 林麗玉副局長與警察大學 曾平毅教授抽空前來蒞臨指導，並針對論文內容撥冗斧正，學生永銘於心。同樣地，也感謝各運輸業者於百忙之中接受訪談，除了提供預警資訊系統的現況外，並給予本論文眾多寶貴的意見。承蒙馮正民教授、邱裕鈞教授、陳穆臻教授、汪進財教授，以及所辦柳姐及何姐等人平時的指導、照顧與提攜，讓我備感窩心。

我並不覺得在碩士班的學習，僅侷限於鑽研論文的寫作。知識上的切磋及分工合作的方式，皆為無法從書籍中獲得的寶藏。同學們將各奔前程，同窗共硯的景象逐一浮現，感謝育裴及小黃家的昱善、純萱、嫵玲、欣慈與雅萍等同窗，共同奮力突破人生的關卡。鐵道研究會與鐵道文化營是我成長茁壯的地方，感謝健哲、穩立、振富、劭暉及柏文等夥伴，帶領我於鐵道知識的天空中恣意遨翔。看見社團及營隊的學弟妹們迷失方向時，我亦學習如何成為一位適時傳承經驗與知識的學長。平時感謝品蓉、少聰、鈺明及嘉偉等友人的陪伴，於我為了論文或報告陷入焦頭爛額之際，陪我度過煎熬的日子。

最後感謝母親含辛茹苦地撫養我長大，才能讓我順利取得碩士學位。這學位與論文亦告慰父親在天之靈，謝謝父親在天上守護著我，讓我能平安順遂完成。如今鳳凰花開，到了收割兩年來的成果之際，回顧過去，才發現生命中許多人分別於每個不同的片段陪伴我、幫助我，才会有今天的我。「英雄とは、自分だけの道を歩く奴のことだ」，未來的我將學習坂本龍馬的精神，走自己的路、開創自己的美好未來，並將所學貢獻於社會，才不愧於各位的恩情。

學生 令偉 謹致

中華民國一〇〇年七月十九日 基隆市

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	iv
表目錄 .....	vi
圖目錄 .....	viii
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的與課題 .....	1
1.3 研究範圍 .....	2
1.4 研究架構 .....	2
1.5 研究方法與流程 .....	3
第二章 文獻回顧 .....	6
2.1 災害肇因及現行預警系統運作方式 .....	6
2.1.1 淹水預警 .....	6
2.1.2 土石崩落或路基塌陷之預警 .....	10
2.1.3 橋樑斷裂預警 .....	14
2.1.4 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警 .....	17
2.2 國外災害預警系統現況 .....	19
2.3 研究方法文獻 .....	23
2.3.1 文獻回顧法 .....	23
2.3.2 深度訪談法 .....	25
2.4 綜合評析 .....	26
第三章 大眾運輸潛在危險之類型、肇因與預警資訊系統 .....	28
3.1 大眾運輸潛在危險之類型與肇因 .....	28
3.2 大眾運輸潛在危險預警資訊系統 .....	35
3.3 大眾運輸潛在危險預警系統之機制 .....	39
3.3.1 淹水預警系統之機制 .....	39
3.3.2 土石崩落或路基塌陷預警系統之機制 .....	41
3.3.3 橋樑監測預警系統之機制 .....	42
3.3.4 其他讓乘客陷入危險等狀況預警系統之機制 .....	44
3.4 大眾運輸潛在危險預警系統之資訊處理流程 .....	45
3.4.1 淹水預警系統之資訊處理流程 .....	45
3.4.2 土石崩塌或路基塌陷預警系統之資訊處理流程 .....	51
3.4.3 橋樑斷裂預警系統之資訊處理流程 .....	53

3.4.4	其他讓乘客陷入危險等狀況之預警資訊處理流程.....	55
第四章	大眾運輸業者危險預警作業現況訪談.....	58
4.1	訪談計畫.....	58
4.2	訪談內容整理.....	62
4.3	大眾運輸業者危險預警資訊系統現況整理.....	82
第五章	大眾運輸危險預警資訊系統現況檢討與研擬.....	94
5.1	理想大眾運輸危險預警資訊系統與現況檢討方向.....	94
5.2	大眾運輸危險預警資訊系統現況檢討.....	98
5.3	理想大眾運輸危險預警資訊系統之研擬.....	103
5.4	各大眾運輸業者理想之危險預警資訊系統.....	111
第六章	結論與建議.....	118
6.1	結論.....	118
6.2	建議.....	119
參考文獻	.....	120
附錄	問卷問項與備選答案.....	122

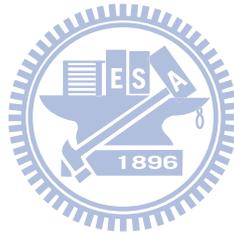


## 表目錄

表 2.1	淹水肇因與影響之相關文獻整理.....	9
表 2.2	土石崩落肇因與影響之相關文獻整理.....	13
表 2.3	橋樑斷裂肇因與影響之相關文獻整理.....	17
表 2.4	大眾運輸業者現行風力停駛或減速標準.....	18
表 2.5	大眾運輸業者現行豪大雨停駛或減速標準.....	19
表 2.6	日本在淹水可能發生前必備的資訊.....	22
表 2.7	日本在土石崩落或路基塌陷等災害可能發生前必備的資訊.....	23
表 2.8	調查訪談與一般訪談之間的差異.....	26
表 3.1	淹水預警系統(外水)資訊輸入及輸出概況.....	48
表 3.2	淹水預警系統(內水)資訊輸入及輸出概況.....	49
表 3.3	土石崩塌或掏空預警系統資訊輸入及輸出概況.....	52
表 3.4	橋樑斷裂預警系統資訊輸入及輸出概況.....	54
表 3.5	車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警系統資訊輸入及輸出概況.....	56
表 4.1	訪談對象表.....	61
表 4.2	臺灣鐵路管理局訪談內容摘要.....	62
表 4.3	台灣高鐵公司訪談內容摘要.....	66
表 4.4	台北捷運公司訪談內容摘要.....	69
表 4.5	國道客運業者訪談內容摘要.....	73
表 4.6	公路客運業者訪談內容摘要.....	75
表 4.7	民營市區公車業者訪談內容摘要.....	77
表 4.8	公營市區公車訪談內容摘要.....	79
表 4.9	各大眾運輸業者考量的危險狀況之整理.....	92
表 4.10	於各危險狀況發生前，各大眾運輸業者考量的資訊來源.....	93
表 5.1	大眾運輸業者於業者與政府之間角色上的差異.....	104
表 5.2	空間分布差異下，淹水前預警資訊系統之比較.....	105
表 5.3	空間分布差異下，土石崩落及路基塌陷前預警資訊系統之比較.....	106
表 5.4	空間分布差異下，車輛翻覆等其他狀況發生前預警資訊系統之比較.....	106
表 5.5	業者之間於預警時間上的差異比較.....	107
表 5.6	各業者必須得到的資訊項目整理.....	108
表 5.7	淹水狀況前與預警等級之間的情境.....	109
表 5.8	土石崩落或路基塌陷前與預警等級之間的情境.....	110
表 5.9	橋樑斷裂前與預警等級之間的情境.....	110
表 5.10	車輛翻覆等其他狀況發生前與預警等級之間的情境.....	110

## 表目錄(續)

表 5.11 臺鐵針對各項警戒的因應策略.....	.111
表 5.12 高鐵針對各項警戒的因應策略.....	.112
表 5.13 捷運針對各項警戒的因應策略.....	.113
表 5.14 國道客運針對各項警戒的因應策略.....	.114
表 5.15 公路客運針對各項警戒的因應策略.....	.115
表 5.16 民營市區公車針對各項警戒的因應策略.....	.116
表 5.17 公營市區公車針對各項警戒的因應策略.....	.117



## 圖目錄

圖 1.1	研究架構圖.....	3
圖 1.2	研究流程圖.....	5
圖 2.1	山區道路邊坡崩塌類型架構圖.....	13
圖 2.2	日本防災通訊網架構概念圖.....	20
圖 2.3	日本防災預警資訊傳遞架構網.....	21
圖 3.1	大眾運輸潛在危險類型與肇因整理.....	35
圖 3.2	預警系統從肇因開始、蒐集資訊,到決策點之間的時間關係圖.....	37
圖 3.3	淹水預警系統資訊處理流程圖.....	50
圖 3.4	土石崩落或路基塌陷預警系統資訊處理流程圖.....	53
圖 3.5	橋樑斷裂預警系統資訊處理流程圖.....	55
圖 3.6	車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警系統資訊處理流程圖.....	57
圖 4.1	訪談對象架構圖.....	60
圖 4.2	臺鐵於有淹水危險前的資訊流程圖.....	82
圖 4.3	臺鐵於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖.....	83
圖 4.4	臺鐵於有橋樑斷裂危險前的資訊流程圖.....	83
圖 4.5	臺鐵於車輛有翻覆等危險前的資訊流程圖.....	84
圖 4.6	台灣高鐵於有淹水危險前的資訊流程圖.....	84
圖 4.7	台灣高鐵公司於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖.....	85
圖 4.8	台灣高鐵於有橋樑斷裂危險前的資訊流程圖.....	85
圖 4.9	台灣高鐵公司於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖.....	86
圖 4.10	捷運公司於有淹水危險前的資訊流程圖.....	86
圖 4.11	捷運公司於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖.....	87
圖 4.12	捷運公司於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖.....	87
圖 4.13	國道客運公司於車輛有淹水危險前的資訊流程圖.....	88
圖 4.14	國道客運公司於車輛有車輛翻覆危險前的資訊流程圖.....	88
圖 4.15	公路客運於有淹水危險前的資訊流程圖.....	89
圖 4.16	公路客運於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖.....	89
圖 4.17	公路客運於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖.....	90
圖 4.18	民營市區公車於有淹水危險前的資訊流程圖.....	90
圖 4.19	民營市區公車於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖.....	91
圖 4.20	公營市區公車於有淹水危險前的資訊流程圖.....	91
圖 4.21	公營市區公車於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖.....	92

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

在全球氣候異常之下，台灣近年來亦天災頻傳，發生土石崩塌、洪水及橋樑斷裂等狀況發生次數增加，災害的頻次與強度亦逐年成長，往往造成許多民眾生命財產上的更嚴重的威脅。對於大眾運輸業者而言，每輛次均載運許多乘客，若發生不幸的意外，傷亡將難以估計，受災嚴重程度亦較高。故立即需要一套完整危險預警資訊系統，才能在危險可能發生之前，在最關鍵的時機點，由決策者採取停駛或減速等措施因應，以避免乘客遭受安全上的威脅。

在災害可能發生的危急時刻，資訊傳遞的效率及可靠度相當重要。災害預防的關鍵往往就在數秒至數分鐘之間，若傳遞效率不彰，則可能使得大眾運輸陷入危險之境。智慧型運輸系統過去以追求系統效率及使用者之便利為目標，本研究則將智慧型運輸系統應用於安全層面。資訊提供者以最有效率的速度，將適當的資訊以公開的方式告知大眾運輸業者，方便業者進行決策，業者再將決策後的資訊傳遞給旅客、司機與行駛中的車輛，以保障旅客的安全。最終建構完整大眾運輸危險的預警資訊系統，為本研究的議題。

## 1.2 研究目的與課題

大眾運輸業者於路線上行駛的車輛，能夠在危險預警機制發揮之下，在最關鍵的時刻避開前方可能面臨的生命威脅，並且在有危險之虞時能夠採取適當的措施，故提供一套完整的預警系統刻不容緩。基於上述目的，本研究的課題有以下四點：

- 一、彙整造成大眾運輸服務中斷的災害類別與其肇因。
- 二、探討各危險肇因的負責單位及其預警項目。
- 三、彙整並繪製目前大眾運輸業者與資訊供給者間的危險預警資訊系統架構。
- 四、建立有效率傳遞資訊、資訊傳遞一步到位、資訊完整無遺漏的大眾運輸危險資訊預警系統架構。

### 1.3 研究範圍

本研究的「危險預警系統」，係考慮降雨與風力等肇因所導致的危險狀況，並不考慮車禍等人為所造成的事故，亦不考慮地震等無法預防之災害。另外，本研究以大眾運輸為範圍，僅包含陸運為主，即以公路汽車客運業與鐵路客運業為主，並不考慮海空運輸業者。

### 1.4 研究架構

本研究之研究架構圖如圖 1.1 所示。首先透過了解災害的類型與肇因，和大眾運輸相互結合為大眾運輸的危險類型與肇因。這些肇因與危險類型，是大眾運輸業者必須隨時注意與關心的資訊。危險肇因則由相關權責單位負責監測，但這些危險在預警系統作用之前尚未發生，故危險肇因未來數小時內的預測值，則必須透過現今偵測值與歷史紀錄得知。資訊供給者將部分原始資料轉換為二手資料後，把原始資料與二手資料，透過各種媒介與方式傳遞給大眾運輸業者。這些大眾運輸業者能得到的資訊，與大眾運輸業者的需求之間有所差異，故應在現今的資訊流架構中加以補強。最終則以資訊傳遞有效率、資訊傳遞一步到位，及資訊完整無遺漏為目標，研擬完整的大眾運輸災害預警系統資訊流架構。

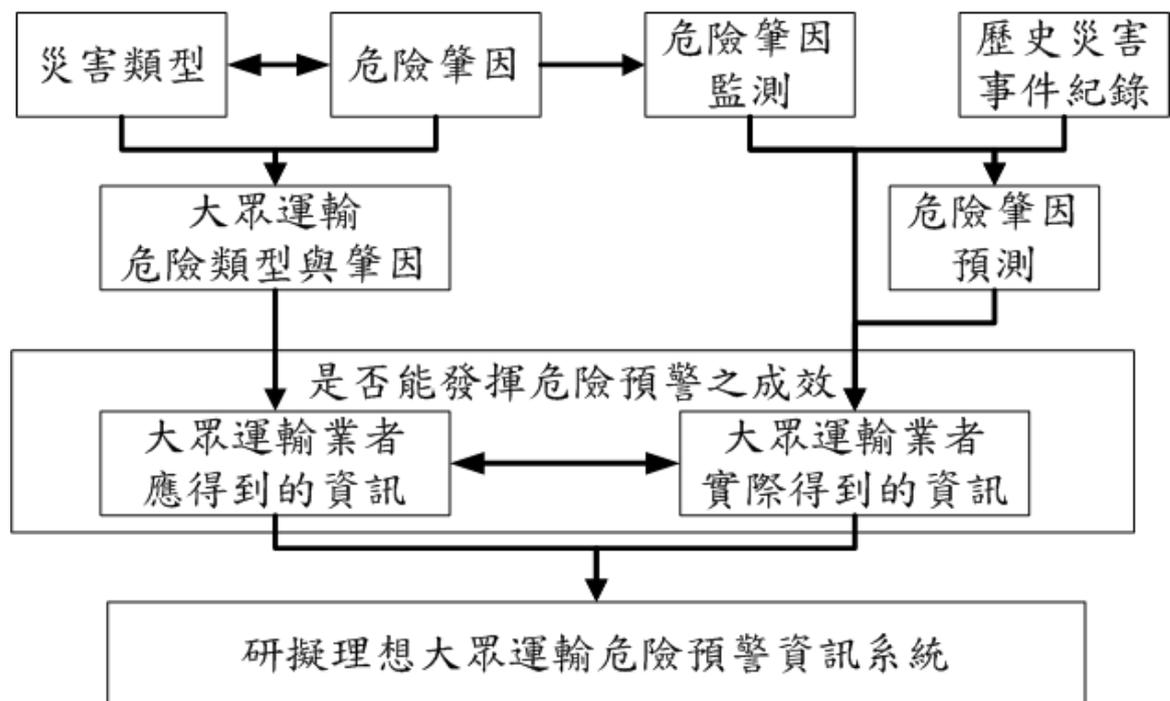


圖 1.1 研究架構圖

## 1.5 研究方法與流程



大眾運輸危險預警資訊系統並沒有存在著清楚的變項，必須透過研究者從文獻等內容依循著脈絡，萃取與大眾運輸安全相關的內容，並整理歸納之，故本研究適用於質化研究。本研究運用的方法包含文獻回顧法及專家訪談法兩種。其應用方式說明如下：

### 一、文獻回顧法：

本研究將透過文獻回顧的蒐集與整理，了解目前導致大眾運輸可能無法安全行駛的肇因包含哪些，並綜整這些肇因對於大眾運輸的衝擊。另外透過文獻回顧法，彙整這些資訊於政府各機關如何流動、內容及頻率等，並了解目前管理或監控各地的肇因資訊的機關與其權責，繪製目前的組織分配與資訊流架構。

### 二、專家訪談法

本研究欲透過專家訪談法訪問各大眾運輸業者，了解目前這些業者蒐集哪些資訊進行決策，發布資訊的管道與方式又究竟為何。對於大眾運輸業者而言，其資訊傳遞方式與狀況並非公開資訊。大眾運輸業者的公司內部自行有一套機制或管理辦法處理之，故這部分透過文獻回顧中較難取得資料。除了現況作業以外，透過和業者之訪談，可以了解資訊供應者與大眾運輸業者之間，理想與現況之間

的差異，亦可得知業者心目中目前災害預警系統不足須改善之處。最後本研究將依據現況與業者需求，研擬有效率、之大眾運輸預警系統資訊架構。

本研究的研究流程如圖 1.2 所示，其步驟則說明如下：

#### 一、研究動機、目的及範圍界定：

界定本研究的背景、動機、目的、課題、範圍、架構、方法及流程等內容。

#### 二、文獻回顧

透過文獻回顧，了解相關研究過去的成果，包含災害肇因等。另外蒐集國外現況作業方式，做為本研究建構資訊架構之借鏡。

#### 三、整理導致大眾運輸可能發生危險的型態與肇因

透過文獻回顧法，整理相關可能會造成大眾運輸發生危險的可能狀況，並透過了解其肇因的方式，知道目前防範這些災害前必須偵測或預測的資訊。

#### 四、彙整目前的預警機制與相關單位之作業

彙整目前各項預警機制的流程，權責單位，以及各單位作業方式與其功能。

#### 五、彙整目前大眾運輸業者的危險預警系統作業

透過專家訪談法，本研究分別了解現今資訊供給者提供給大眾運輸業者的資訊型態、頻次與內容。除了現今的內容，另外能得知大眾運輸業者期望得到的資訊與型式。檢討該架構有問題及效率不彰之處，整理大眾運輸業者期望的資訊流架構。

#### 六、研擬新的預警資訊流架構

降低之間在各方面的差距，以「資訊傳遞有效率、資訊傳遞一步到位、資訊完整無遺漏」為目標，研擬一套較能符合資訊供給者與需求者的資訊架構。

#### 七、結論與建議

綜整以上內容，彙整本研究的結論，並提供相關建議給後續研究參考。

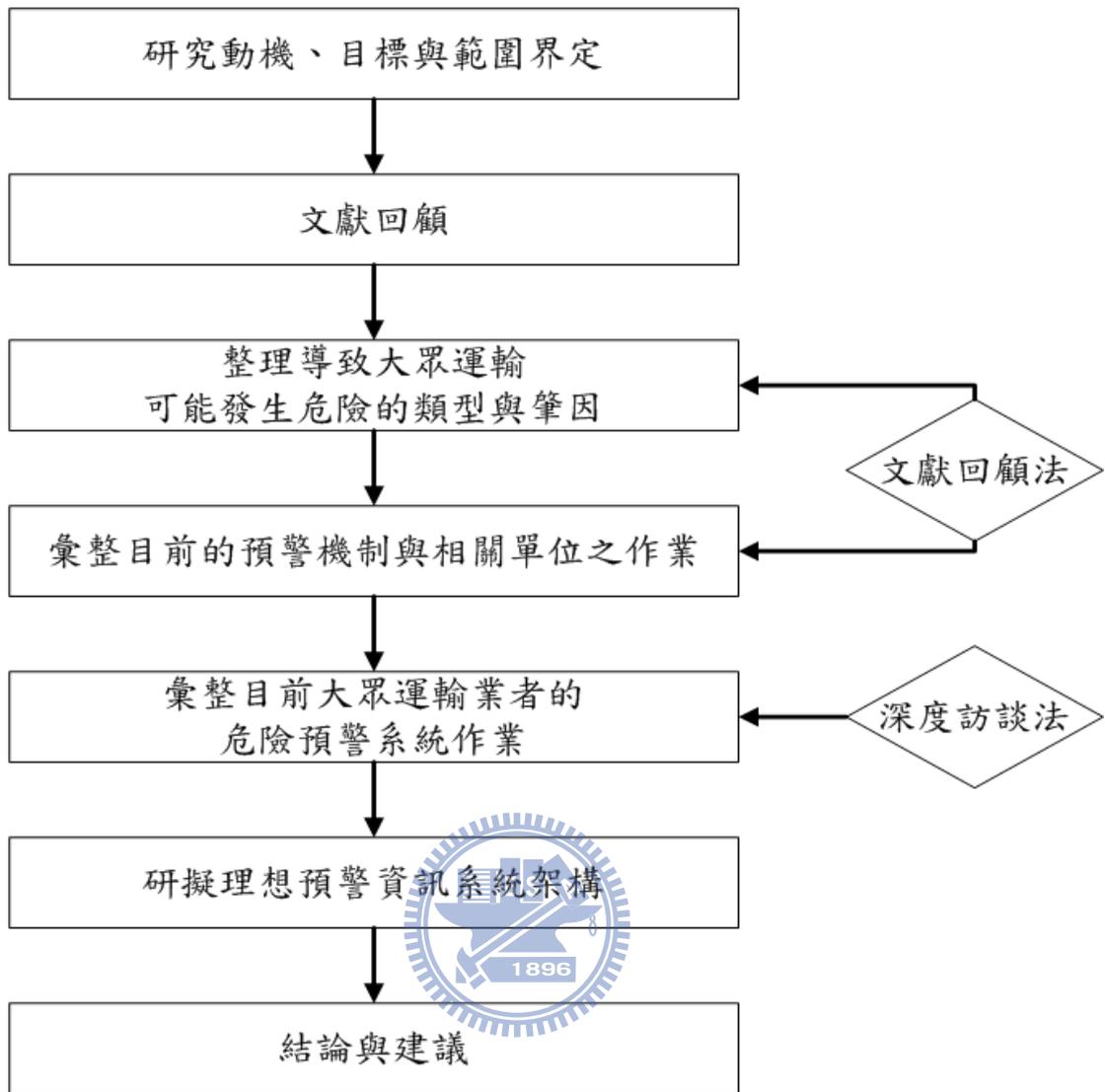


圖 1.2 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究的文獻回顧著重於三個部分。第一部分藉由蒐集災害的肇因與目前預警系統的運作，以了解大眾運輸業者必須考量並防範的災害因子有哪些；第二部分則蒐集國外預警系統制度，認識先進國家對於災害預警的知識與運作，作為我國制定災害預警系統之借鏡；第三部分本研究蒐集與方法論相關的文獻，熟悉如何從文獻中彙整有用的資訊，以及如何從訪談的過程中，萃取最關鍵性的內容，以奠定本研究的基礎。

### 2.1 災害肇因及現行預警系統運作方式

本研究將目前政府機關與大眾運輸業者所採取的危險預警措施，共分為四大部分，包含淹水預警、土石崩落或路基塌陷預警、橋樑斷裂預警，以及車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況。各種狀況下的肇因為何？這些狀況對於大眾運輸業者的影響又為何？此為本研究欲從文獻中得到的內容。



#### 2.1.1 淹水預警

淹水預警系統可依據淹水的成因分為內水與外水。內水即由於降雨量過大，抽水系統及排水設施運作績效不彰，以致於大量的雨水無法即時宣洩，造成該地有淹水的情形發生；外水即由於降雨量過大，以致於河川暴漲，並可能正處於滿潮時段，河水由河口宣洩的速度過慢，以致於河水淹過堤防，造成該地有淹水的情形發生。財團法人工程技術研究所(2007)整理經濟部水利署設定警戒水位之相關規定，也就是前述內容中，屬於外水的洪水預警系統。各級警戒水位之訂定，由洪水上漲速率及預警時間來決定。其中洪水上漲速率與河川的水文及地文特性相關，預警時間則與地方動員能力與速度有關。其中各級水位採行措施之定義如下所示：

- 一、一級警戒水位：建議請救災單位依「災害防救法第二十四條」辦理之水位。災害防救法第二十四條之條文：為保護人民生命、財產安全或防止災害擴大，直轄市、縣（市）政府、鄉（鎮、市、區）公所於災害發生或有發生之虞時，應勸告或強制其撤離，並作適當之安置。直轄市、縣（市）政府、鄉（鎮、市、區）公所於災害應變之必要範圍內，對於有擴大災害或妨礙救災之設備或物件之所有權人、

使用人或管理權人，應勸告或強制其除去該設備或物件，並作適當之處置。

二、 二級警戒水位：建議請救災機關準備救災物資(人員、機具及材料)之水位。

三、 三級警戒水位：建議在河川區域活動之民眾、車輛、機具離開，即關閉河川區域出入口之水位。

夏漢民等(2001)提出所謂洪水預警系統，即於洪水發生之前，能夠根據即時雨量、累計雨量，與河水上升速率等資訊，判斷洪水發生的可能性，並即時提供居民相關的預警資訊，甚至在必要的時候疏散居民，以維護民眾的生命財產安全。目前台灣洪水預報系統功能模組架構可以分為以下三個步驟：

1. 水情：

- (1) 颱風動態：可分為目前颱風動態及歷史颱風查詢。
- (2) 雨量：包含延時雨量、累計雨量，及河川逕流量等。
- (3) 河川水位：包含即時水位與六小時內每小時的預測水位。
- (4) 河川縱剖面水位圖：即觀察目前河川縱向水位變化。

2. 預報：

- (1) 資料準備與校核：包含輸入颱風資料、目前時間、水庫水位資料、雨量、水位站資料等。
- (2) 模式串接與演算：執行降雨、逕流、河川水位之預報。
- (3) 預算結果準確度校核。

3. 決策支援：

- (1) 通告與警報。
- (2) 淹水預警。

溫怡玲(2004)則認為發生損失的地點，以及發生的頻率與幅度大小為何，為洪災風險評估當中最核心的項目。分析在各種降雨量下的可能淹水的範圍及高度的預測，大多是使用淹水潛勢圖。風險分析的方法則是以危險度分析或易損性分析為主。危險度分析計算某段期間內發生天然災害的機率和其預期之損失。損失程度則考量洪災之水深、水位上升速度、持續時間、水流速度、預警期間、淤積深度，以及救災等因素。作者指出國科會自 1982 年起陸續推動大型防災科技研究計畫，綜合淡水河流域相關雨量、水位、抽水站、水庫的操作、颱風動態、雷達雨量觀測等資料。運用這些資料，在豪大雨及颱風期間，快速進行模擬預報，並提供 6 小時內每小時的預測雨量、逕流量、河川流量及

水位等預報資料，供防洪應變相關作業運用。日本等先進國家運用整合模式分析，當某地區的估計雨量過大時，甚至可以自動啟動抽水機，將某地區排水系統內無法及時宣洩的水量，快速導引至其他地區的排水系統，以降低淹水風險或淹水之程度。其淹水模擬主要考量的因素為降雨延時、重現期距、雨水下水道系統淤塞程度等三大要素。

王琮美(2005)彙整集水區的水資源收支平衡相關資訊，發現地球的水循環可視為一個封閉系統。當流域上游降下暴雨時，系統產生超量逕流，使得河川沒有辦法容納時，即漫淹河川兩岸。集水區內的水文因子之間是相互影響的，例如土壤入滲程度受到降雨強度與土壤目前含有的水分多寡之影響。長期而言，則是受到季節性的控制，土壤水分則和降雨多寡、降雨強度、水分滲入土壤的難易程度，以及水分蒸發的速度相關。由此可見，一個地方是否會有洪災，要看該地的土壤特性、降雨量、降雨強度及水分蒸發速度等因素。其中土壤又可依吸水能力之不同，分為地表層、未飽和層及含水層等。

葉克家(2009)整理目前水利防災中心針對全台自動化之雨量站，擬出對應所在鄉鎮市區的積(淹)水警戒參考值。其中警戒值的制定，主要是根據過去颱風、豪雨之淹水紀錄進行分析，警戒值之制定則是參考淹水紀錄之累積雨量，研判 1、3、6、12 及 24 小時延時之雨量最低值，作為積(淹)水值參考依據。並以降雨延時之雨量最低值，個別扣除 10 至 15 毫米，設定為淹水警戒值。作者指出淹水成因往往是綜合多項因素而成，如前期降雨、降雨延時、河川外水位、暴潮水位、防洪結構物(防潮閘門或孔口閘門)等，均會影響淹水面積與深度，而並非僅考慮累積降雨量。

前述內容主要探討河川與雨水所帶來的影響，也就是外水的部分。都會區內的洪水預警系統，扣除河川與潮汐等因素造成的影響，即為內水之部分。國立台灣大學水工試驗所(2001)提到都會區內的洪水預警系統，包含降雨預報、逕流預報、淹水預報及即時控制模式等部分。首先透過雷達回波與降雨強度之觀測與預報，了解目前與未來的降雨情形，此為降雨預報。將這些資料代入地表逕流和下水道演算模式，以計算降雨逕流與雨水在下水道內的傳輸情形，此為逕流預報。當下水道的水宣洩速度，較雨水落下速度慢時，則可能造成淹水，必須評估淹水的高度與範圍，此為淹水預報。最後這些資訊若達到門檻時，抽水機將自動啟動，以避免或減緩淹水所帶來的災情。故都市內水預警系統之建置可以分為以下四大系統：(一)水情資訊監測與傳輸系統、(二)降雨、逕流、管線與淹水模擬分析系統、(三)控制中心，以及(四)洪水情報及預報發布系統。其中水情資訊監測與傳輸系統，主要偵測雨量、管線水位、管線內水的流速等。降雨、逕

流、管線與淹水分析系統，則是將這些水情資訊配合地形、河川斷面及防洪排設施等特性進行模擬分析。

Pablo, *et al.* (2005) 則提到淹水對於運輸之影響，則包含以下三種類型：

- 一、 某些旅次將由於淹水而取消，因為淹水受災的影響範圍包含這些旅次的起點或迄點。例如有些旅次必須從家裡出發前往工作地點，若其中一個地點淹水，則無法完成旅次。對於購物旅次而言，若家裡或購物中心等地點淹水，則無法完成旅次。
- 二、 某些旅次將由於淹水而取消，是因為這些連結起點與迄點的路徑都被淹沒了，故沒有替代道路或運具可以選擇，也沒有辦法到達迄點。
- 三、 部分旅次在淹水的情況下並不會被取消，但其旅次的長度與時間均會被拉長。也就是起點與迄點中間有許多的路線可以選擇，淹水又沒有把所有的可能路徑都淹沒時，旅行者可能為了避開淹水之路段，選擇其他路線行駛，或選擇搭乘行駛其他路徑的大眾運輸工具，但往往這些路段將出現壅塞的情形。

由此可知，淹水對於運輸所造成的狀況，通常在沒有替代道路或運具時最為嚴重。淹水的影響範圍通常是全面性的，故整個路網可能都被受影響。無論是在救災或是備災的狀況下，都必須考慮淹水造成各路段無法通行的影響。本研究彙整上述研究者所提及的淹水肇因與影響，如表 2.1 所示。

表 2.1 淹水肇因與影響之相關文獻整理

作者與年代	說明
溫怡玲(2004)	淹水的嚴重性與受災程度必須考慮洪災之水深、水位上升速度、持續時間、水流速度、預警期間、淤積深度，以及救災等因素。
王琮美(2005)	淹水的短期因子，包含土壤入滲程度、降雨強度，與土壤目前含有的水分多寡等。長期則是受到季節性的控制，因子包含土壤水分則和降雨多寡、降雨強度、水分滲入土壤的難易程度，以及水分蒸發的速度相關。
葉克家(2009)	淹水成因往往是綜合多項因素而成，如前期降雨、降雨延時、河川外水位、暴潮水位、防洪結構物(防潮閘門或孔口閘門)等，均會影響淹水面積與深度，而並非僅考慮累積降雨量。

## 2.1.2 土石崩落或路基塌陷之預警

邊坡崩壞的發生條件，則被定義為系統總載重超過系統阻抗之能力。當系統總載重超過阻抗能力時，邊坡斜面將有滑動破壞。因此兩者之間的比值，即土壤系統總載重與阻抗能力之比值，即所謂的安全係數(FS)，超過 1 時則容易崩塌。該值考量的因子包含：時間(t)；縱向深度(Z)；第 t 時刻位於地表下方 Z 公尺處之壓力水頭( $\Psi(Z,t)$ )、土壤內的摩擦角( $\phi$ )、土壤凝聚力(c)、坡度( $\alpha$ )、地下水單位重( $\gamma_w$ )，以及飽和土壤之單位重量( $\gamma_{sat}$ )等，如式(2.1)所示。

$$FS = \frac{\tan \phi}{\tan \alpha} - \frac{\Psi(Z,t)\gamma_w \tan \phi}{\gamma_{sat} Z \sin \alpha \cos \alpha} + \frac{c}{\gamma_{sat} Z \sin \alpha \cos \alpha} \quad \text{式(2.1)}$$

江禾維(2006)根據監測的物理量及預警之方法等因素，將土石崩落或路基塌陷的型態分為以下四種：

### 一、自然邊坡落石：

主要透過傾斜儀、伸張計、裂縫計、雨量計等設備，監測岩塊墜落、張力裂縫產生的聲射，以及降雨特性等。預警方式則包含：臨界雨量線預警模式、位移及聲射變化率預警等。

### 二、自然邊坡土石流

主要透過雨量計、水壓計、聲射感知器、流速計、水位計及影像儀等設備，監測土石流運動的位移與流速、土石堆積物孔隙水壓，以及降雨特性等。預警的方式則可透過臨界雨量線預警模式。

### 三、自然邊坡地滑

透過裂縫計、地滑計、DGPS、伸張計、水壓計等儀器，偵測地表與地下位移及旋轉、地下水位、水壓及降雨特性等。預警方式則可透過位移速率、降雨特性與地下水相互搭配解釋之綜合性預警模式。

### 四、人工保護邊坡

透過位移計、應變計、荷重計與地下水位計等儀器，偵測構造物的位移與應力，以及地下水位與水壓。預警方式則是透過工程設計條件來進行。

該研究的成果主要包含以下四點：

### 一、從雨量大小與土石位移的速率之間的關係可以發現，降雨量越大時，土石位移的

速率也就越快；反之亦然。因此，尤其是在颱風來襲時，降雨量快速地激增時，土石滑動的速率亦隨著加快。

- 二、若從降雨量和地錨荷重的關係來看，當日降雨量激增時，土壤含水量也會增加，造成地錨荷重增加。地錨若撐不住上方土石與所含水分之重量時，地錨就沒有辦法固定土石，因此造成邊坡大面積的滑落。
- 三、降雨量和地下水位之間的關係當中，有較大雨量時，地下水位才会有明顯的上升。但地下水位的高度於降下大雨後，短期內並不會恢復至正常水位，其恢復期至少一至三個月。
- 四、從地下水位高度與土石位移速率來比較，當地下水位達到最高峰時，土石位移速率也就達到最高峰，兩者有明顯地相關性。故當水位上升時，可透過地層的滲透性，將孔隙中的水分有效地排出，可以降低或抑制整個滑動區的滑動速率。

黃安斌(2002)則指出目前道路邊坡崩塌預警基準之訂定，其所牽涉到的問題複雜度相當高，必須考慮每一處道路邊坡的重要性不同(國道、省道、縣道、鄉道，及產業道路等)、應用監測的時機不同(調查、施工安全管理、長期管理維護等)、環境條件不同(地形、氣候、地質、土壤等)、破壞模式不同、發生速度不同，以及破壞規模及影響範圍不同等。



吳俊鎰(2005)則將邊坡崩塌的因子整理為七大類，分別敘述如下：

#### 一、地震因子

地震因子，意指透過地表搖晃加速度，促使邊坡岩塊動搖或脫落。

#### 二、降雨因子

降雨因子，意指降雨對於地表沖蝕及地表水滲入行為，造成邊坡不穩定，其影響主要包含以下三項：(1)邊坡上的岩塊因吸收土壤水分而暫達飽和，而使岩塊之重量加重，且滑落的下滑力量遽增；(2)滑動塊體旁的土體所施予土體之水壓增加；(3)土壤水分增加，使得岩塊之間的膠結作用降低，顆粒摩擦力亦降低。一旦邊坡岩塊下滑力大於抵抗力時，即會發生邊坡崩塌現象。降雨主要對於邊坡的影響分為三種：(1)集中且強度大；(2)降雨時間很長但強度弱；(3)介於上述兩種類型中間，以累積降雨量為其因素。

#### 三、地質因子

地質易破損者，則容易引發邊坡崩塌或落石；反之，地質堅實度較高者，則較

不容易發生崩塌。多數的山崩主要發生於膠結不良或多節理面之處。硬岩處主要發生崩塌的類型為落石，軟岩處則為地滑，沖積扇階地則為土石流居多。

#### 四、地形因子

地形因子則以邊坡的坡度、邊坡的區位，及邊坡的坡向為主。坡度較陡峭之處，岩塊有較大的下滑力，與較小的摩擦力，故引發邊坡崩塌的動能較強。另外，順向坡也是主要因子之一。

#### 五、植被情況

植被主要扮演著降低降雨沖蝕地表及穩固邊坡土體之角色，其地表不易受降雨破壞。經研究，若砍伐邊坡樹木後 3 至 10 年期間，淺層崩塌發生頻率亦將增加。約需經過 15 至 25 年的復育，才能使植被完全發揮穩固邊坡的功能。

#### 六、人為開發

雖然在毫無人為開發的深山內，也會有邊坡崩塌的現象發生。但人為的開發更加速崩塌的情形發生，例如山區道路開發、開墾樹林成為梯田、山區別墅及採礦等。

#### 七、其他因子

前述內容中未敘述之因子，包含邊坡崩塌的歷史紀錄。若曾經發生過者，在沒有進行相關修復工程之情形下，則較容易再發生。

吳從龍(2009)則透過道路邊坡自然環境、道路整治工程及崩塌災害等資料，將崩塌型態分為墜落、傾倒、滑動、側移及流動五大類。若欲針對山區道路進行崩塌的潛勢分析，必須透過過去的災後紀錄、坡面周圍的自然與社會環境、氣象紀錄、地震紀錄、地質圖、地形圖、土地條件圖，以及航空照片等資料建立相關資料庫。並透過地形調查、地質調查、地下水位調查、植被覆蓋調查、岩層風化程度調查，以及岩層破碎程度調查、道路開闢調查，以及其他調查項目等，了解目前發生崩塌的可能性。

山區道路邊坡崩塌類型可分為基本特性、變動特性，及大自然力等準則，其中大自然力是被專家學者認為影響邊坡塌陷最嚴重之準則。由此三類準則可再細分為邊坡地形、地層地質構造、風化及破碎程度、植被特性、道路開闢、地震力及降雨量等七大類標的。主要以道路開闢、風化及破碎程度，以及降雨量大小等標的，被專家認為為最重要之影響因素。最後這七大類標的又可細分為坡向、坡度、坡向與傾向、坡度與傾角、岩塊規模、岩塊體積百分比、植被覆蓋面積百分比、植被覆蓋厚度、坡址開挖高度、坡量改變

量、最大地表水平加速度、最大地表垂直加速度、颱風累計降雨量，以及集水區面積等十四項準則影響因子。其中重要度前六名之排序依序為颱風累計降雨量、最大垂直加速度、植被覆蓋厚度、坡度改變量、坡址開挖高度，以及集水區面積等。以上架構如圖 2.1 所示。本研究彙整上述研究者所提及的土石崩落之肇因與影響，如表 2.2 所示。

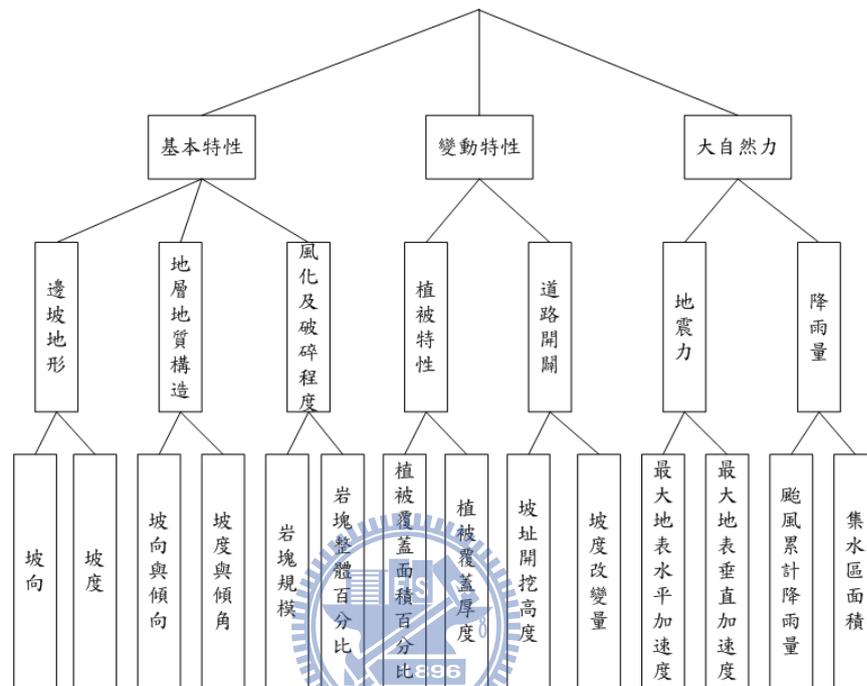


圖 2.1 山區道路邊坡崩塌類型架構圖

表 2.2 土石崩落肇因與影響之相關文獻整理

作者與年代	說明
江禾維(2006)	1. 降雨量越大時，土石位移的速率也就越快。 2. 當日降雨量激增時，土壤含水量也會增加，造成地錨荷重增加。 3. 有較大雨量時，地下水位將明顯上升，短期內難恢復至原水位。
吳俊鎰(2005)	邊坡崩塌的因子包含：地形、地質(地層種類、岩性種類及斷層分布)、土壤滲透效果、植被、邊坡是否坍方過、是否有人為開發。
吳從龍(2009)	邊坡崩塌的因子包含：邊坡地形、地層地質構造、風化及破碎程度、植被特性、道路開闢、地震力及降雨量。
黃安斌(2002)	則指出目前道路邊坡崩塌預警基準之訂定，必須考慮每一處道路邊坡的重要性不同(國道、省道、縣道、鄉道，及產業道路等)、應用監測的時機不同(調查、施工安全管理、長期管理維護等)、環境條件不同(地形、氣候、地質、土壤等)、破壞模式不同、發生速度不同，以及破壞規模及影響範圍不同等。

### 2.1.3 橋樑斷裂預警

豪雨及湍急的河川對於橋墩的沖刷，易使得橋墩的穩定度降低，甚至失去平衡而造成意外，這些都會影響橋樑的安全。因此必須有一套合理的封橋機制，一方面監測目前橋樑的狀況，另一方面則對於雨量和河水沖刷的力道進行分析，以便在斷橋發生之前能夠封橋，避免人員與財產上的損失。劉惠文(2008)彙整土石流與水流的衝擊力對於橋樑結構損壞之影響，分為基礎損壞、橋墩結構損壞、橋台損壞及上部結構損壞四種類型，本研究分別整理如下：

#### 一、基礎損壞

基礎損壞包含橋樑結構的獨立基腳、樁基礎及沉箱基礎有損壞之情形。當土壤承载力不足、混凝土剪力破壞、錨錠破壞及鋼筋撓曲降伏時，獨立基腳易損壞。任何一種破壞均可能造成橋樑下部結構之傾斜、倒塌，亦會造成橋樑上部結構的破壞。

#### 二、橋墩結構損壞

受到洪水沖刷或土石流衝擊效應，側向作用力增加造成橋墩傾斜、傾倒或相對位移。橋墩受到過大的力量衝撞時，導致維持橋樑結構之混凝土脫落，甚至使得橋墩主鋼筋外露斷裂。

#### 三、橋台損壞

溪流的凹岸有河岸側向侵蝕沖刷的力量，土石流和洪水沖刷導致基腳掏空，使得坡腳失去側向支撐力，增加下滑的動力。因此橋台下的地基承载力不足，導致橋台或橋墩基礎產生基礎位移、傾斜或旋轉，甚至有落橋的情形發生。

#### 四、上部結構損壞

上部結構損壞起因於地震力之作用，土石流或河水通常是從下部結構進行破壞，而使上部結構失去應有的支撐，以致於落橋毀壞。其中可分為兩點敘述如下：

- (一) 若土石流流動深度高於橋面版，甚至高於橋面版時，土石流的衝擊力會造成橋樑斷裂，或上部結構會有推移錯位的情形。
- (二) 橋柱、基礎或橋台任一結構破壞，皆可能導致上部結構連同破壞，例如橋台傾倒而導致橋面版失去支撐而落橋。

劉英英(2010)則發現以八八水災而言，許多中斷的橋樑是因為位於偏遠地區，政府並沒有辦法經常性的照顧。並且這些橋樑其實並非位於 200 年以上的洪峰流量之流域，

主要這些橋樑的型態為單跨的橋樑，沒有橋墩立於河中阻礙水流，多跨橋樑及長跨距吊橋的數量則較少。另外，當橋墩的距離較短，或橋墩的半徑較大時，則沖刷的深度較其他橋樑深。發現在超大的洪水中，一般設計的橋樑均被嚴重沖刷。在不同的洪峰深度下，對於橋墩沖刷的深度與橋墩半徑也有密切的關係。因此若為長跨距的橋樑設計、盡量避開河流主要流經的路線、改變橋墩的形狀，或採取減低與水流衝擊的截面積等方式，才能夠讓中上游地區往下游沖刷的河流和砂石，能較不破壞橋樑之結構。

黎杰倫(2006)指出橋墩地樁的側向位移改變量，將受到沖刷深度的影響。一開始的位移現象可視為線性關係，但當相同的側向力量加諸於橋墩時，隨著沖刷深度的增加，地樁水平位移增加的幅度亦愈趨明顯，近似於拋物線而非線性關係。研究發現當橋墩的地樁裸露情形越來越嚴重時，若以相同的外力加諸於橋墩時，橋墩可能應聲倒塌的機率就越高。代表橋墩若要承受大量從中上游地區往下游沖刷的水流或泥砂時，則必須有較穩固的地樁。

何鴻文等(2007)指出若作用於橋樑的外力，已大於橋樑結構能抵阻之外力時，將使得橋樑有失去平衡、傾斜、位移、下陷或崩塌毀損之情形。國內對於橋樑的監測預警系統，早期著重於監控橋樑結構體的傾斜、變位及沉陷等物理量變化，但對於橋樑基礎遭沖刷之監測較不為關心。監測預警系統的觀測項目可分為「橋樑基礎沖刷深度」及「橋樑結構的完整性」兩大部分，分別敘述如下：

- 一、橋樑基礎沖刷深度的觀測，其目的在於即時反映橋墩的沖刷掏空深度，以便於判斷橋樑的安全性。其項目包含：(1) (最大)沖刷深度、(2)沖刷回淤的深度、(3)水位、(4)水流流速。其中由沖刷深度與回淤深度之監測，可得知在洪水侵襲的期間，其橋墩遭河川沖刷裸露的情形，進一步判斷承载力是否有所不足。另外，由水位與水流流速之監測，可得知通過橋樑的河水單位流量。平時觀測的結果可以觀察該河段內的沖刷深度與水流流量及流速之間的關係。
- 二、橋樑結構完整性的監測，是因為河道遭受沖刷時，可能使得橋墩的垂直承载力降低，土壤的側向支撐力也會下降，使得橋墩可能產生沉陷、變形傾斜、位移等狀況，甚至橋樑將會倒塌，故必須透過相關物理量之監測管理，以提升行車安全。其項目包含：(1)結構體的反應頻率；(2)結構體的沉陷量；(3)結構體的位移量；(4)結構體的傾斜量。其中結構體的沉陷量、位移量及傾斜量主要是監測其結構是否有異常的變化，使得橋樑結構有不穩定或承载力不足的情形發生。當結構體的

完整性降低時，橋樑的反應頻率也就隨之改變。

預警值的設定主要考量的因素，包含橋面上的行車安全與舒適感、橋面下結構系統安全性與強度無虞，以及橋梁結構穩定性無虞等。門檻值的設定標準一共可以分為兩種，共通點為都有預警值(Alert Levels)與行動值(Action Limit)。根據林福來(2002)對於預警值與行動值的定義，預警值為設計之標準，若監測的數據達到預警值時，相關單位應提高警覺，並增加觀測頻率，甚至採取必要措施；行動值為有危害行車安全的標準，因此緊急應變措施必須在觀測值超過預警值，並且未超過行動值前立即處理。

何鴻文等(2007)整理橋墩沖刷的警戒值、行動值之設定方法，如下所示：

- 一、最大沖刷深度＝河床下降量＋洪水時可能最大的沖刷深度。
- 二、注意值＝設計基本容許沖刷深度。
- 三、警戒值＝設計最大容許沖刷深度。
- 四、行動值＝危險臨界沖刷深度。

陳松堂(2010)整理交通部公路總局新版颱風豪雨期間封橋標準作業程序，封橋的時機如下所示：

一、各橋樑的警戒水位與封橋水位：

(一) 列為重點監控的橋樑：

1. 警戒水位及封橋水位依現場狀況檢討與分析後訂定。
2. 颱風豪雨過後應重新檢討。

(二) 其他橋樑：

1. 警戒水位：距離橋樑樑底 1.5 公尺。
2. 封橋水位：距離橋樑樑底 1.0 公尺。

二、有下列情形但未達封橋標準時，仍得提前辦理封橋：

- (一) 橋樑欄杆、伸縮縫有變位，橋台或橋墩有傾斜、下陷及土石淹沒之異常狀況，或其他部位有異狀者。
- (二) 橋墩附近水流流況有特殊流況(如橋樑上下游側突然有繞流或側向侵蝕等狀況)，或有其他異常河床變動時。
- (三) 橋樑上游如有水位站及雨量站時，觀察水位與雨量資訊，於過去數小時內河川水位急遽上漲，且上游集水區持續降下豪雨時。
- (四) 夜間無法辨識水流狀況時，亦得以封橋。

- (五) 強烈地震後，發現欄杆及橋面版伸縮縫變位過大，橋面版隆起、斷裂，橋台、橋墩傾斜或下陷等有立即性危險者。
- (六) 事故部分車道受阻或雙向交通阻斷。
- (七) 橋樑引道邊坡研判有坍塌之虞者。(順向坡滑動之虞)
- (八) 其他天然災害或人為事故等事件。
- (九) 無預警已達封橋標準之狀況。

本研究彙整上述研究者所提及的橋樑斷裂之肇因與影響，如表 2.3 所示。

表 2.3 橋樑斷裂肇因與影響之相關文獻整理

作者與年代	說明
黎杰倫(2006)	橋墩地樁的側向位移改變量，將受到沖刷深度的影響。隨著沖刷深度的增加，地樁水平位移增加的幅度就增加越快，近似於拋物線關係。
劉惠文(2008)	橋樑崩壞可以分為基礎損壞、橋樑結構損壞、橋台損壞，及上部結構損壞。
何鴻文等 (2007)	監測預警系統的觀測項目可分為「橋樑基礎沖刷深度」及「橋樑結構的完整性」兩大部分。「橋樑基礎沖刷深度」包含(1)(最大)沖刷深度、(2)沖刷回淤的深度、(3)水位、(4)水流流速。「橋樑結構的完整性」則包含 (1)結構體的反應頻率；(2)結構體的沉陷量；(3)結構體的位移量；(4)結構體的傾斜量。

#### 2.1.4 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警

其他導致駕駛人無法安全平穩行駛之狀況，例如車輛易被強風吹翻，或是沿途有物品被強風吹落等狀況。無論是台北捷運公司、高雄捷運公司、台灣高速鐵路股份有限公司，以及臺灣鐵路管理局等公司或單位，為了避免風力造成乘客於安全上的危害，故均以風力強度與降雨量大小做為停駛或減速的標準。本研究彙整相關標準，如表 2.4 與表 2.5 所示。

表 2.4 大眾運輸業者現行風力停駛或減速標準

	路線別	平均風速	瞬間風速(級)	備註
台北捷運公司	木柵線	6 級 (每 10 分)	10	2 小時內未出現超過瞬間風速之風力，且 10 分鐘內未超限超過平均風速之風力
	淡水線高架段與平面段	10 級 (每 10 分)	11	
	其他路線地下段	無	無	視情形調整班距，但不停駛
	貓空纜車	7 級 (3 秒以上)	8	
高雄捷運公司	高架及平面路段	8 級 (每 10 分)		減速
		10 級 (每 10 分)		停駛
	其他路線地下段			視情形調整班距，但不停駛
台灣高鐵公司		20 至 25m/s		派員巡檢
		25 至 30m/s		行車速度限降至 120KPH
		30m/s 以上		列車立即停駛
		颱風警報或豪雨特報發布期間，但風力未達 20m/s 以上時		列車減速慢行
臺灣鐵路管理局	視風雨狀況機動發車			

表 2.5 大眾運輸業者現行豪大雨停駛或減速標準

營運單位	路線別	雨量標準	處理步驟
台灣高鐵公司	平面段	25mm/hr	派員緊急巡檢
	高架段	40mm/hr	
	平面段	35mm/hr	行車速限降至 170KPH，並停止發車，派員緊急巡檢
	高架段	50mm/hr	
	平面段	50mm/hr	列車全面停駛，並派員緊急巡檢
	高架段	70mm/hr	
		颱風警報或豪雨特報	當平面段降雨量未達 25mm/hr，且高架段降雨量未達 40mm/hr 時，高鐵將減速慢行。
臺灣鐵路管理局		積水高度超過軌道面	該路段列車全面停駛
公路管理單位	阿里山公路	30mm/hr	啟動警戒模式
		200mm/day	
		60mm/hr	啟動封路作業
		300mm/day	
	蘇花公路	50mm/hr	啟動封路作業
		350mm/day	

## 2.2 國外災害預警系統現況

全球近兩百個國家當中，以日本和台灣的環境最為接近。以災害類型來說，日本位處於環太平洋地震帶上，為歐亞板塊、菲律賓海板塊、北美板塊，以及太平洋板塊的交界帶，地震和台灣一樣相當頻繁。日本又位於西北太平洋沿海，每年夏秋兩季為颱風侵襲的季節，各地經常會因為大量降雨而造成淹水之災情，亦和台灣相似。加上日本和台灣一樣，為山多平原少的地理環境，平原多半位於沿海，且人口密集居住於狹小平原地帶。從日本的災害預警機制來看，日本於西元 2011 年 3 月 11 日地震前後防災與救災體制，著實令人敬佩，亦為世界各國爭相學習的對象。故本研究蒐集日本的災害預警系統現況，做為本研究研擬大眾運輸危險預警資訊系統之借鏡。

根據日本內閣府出版的「平成 22 年版(西元 2010 年)防災白皮書」，目前日本的防災體系主要可以分為三部分，分別以中央部會、縣市局處及鄉鎮行政機關為單位。其中同一個階層中，其各部門的資訊是可以互通的，例如國土交通省需要氣象廳的資訊，則有共同平台會放置這些資訊。氣象廳將資訊上傳至該平台之後，若國土交通省有需要，則直接在這平台上即可得到氣象資訊。日本目前防災通訊網之架構，如圖 2.2 所示。透過共同的平台，放置各部門都可能會使用到的資訊，並由負責的單位自動更新，其他部會也不用到個別部門的網頁去索取資訊，增加預警資訊處理之效率。各中央部門在各地若有設置下轄單位時，這些單位的資訊除了在地方上相互傳遞之外，還能夠透過通信回報網，向中央機關回報地方的資訊。另外，當中央與地方有決策時，則將消息透過媒體發布給居民，以便讓居民能夠迅速地掌握消息。

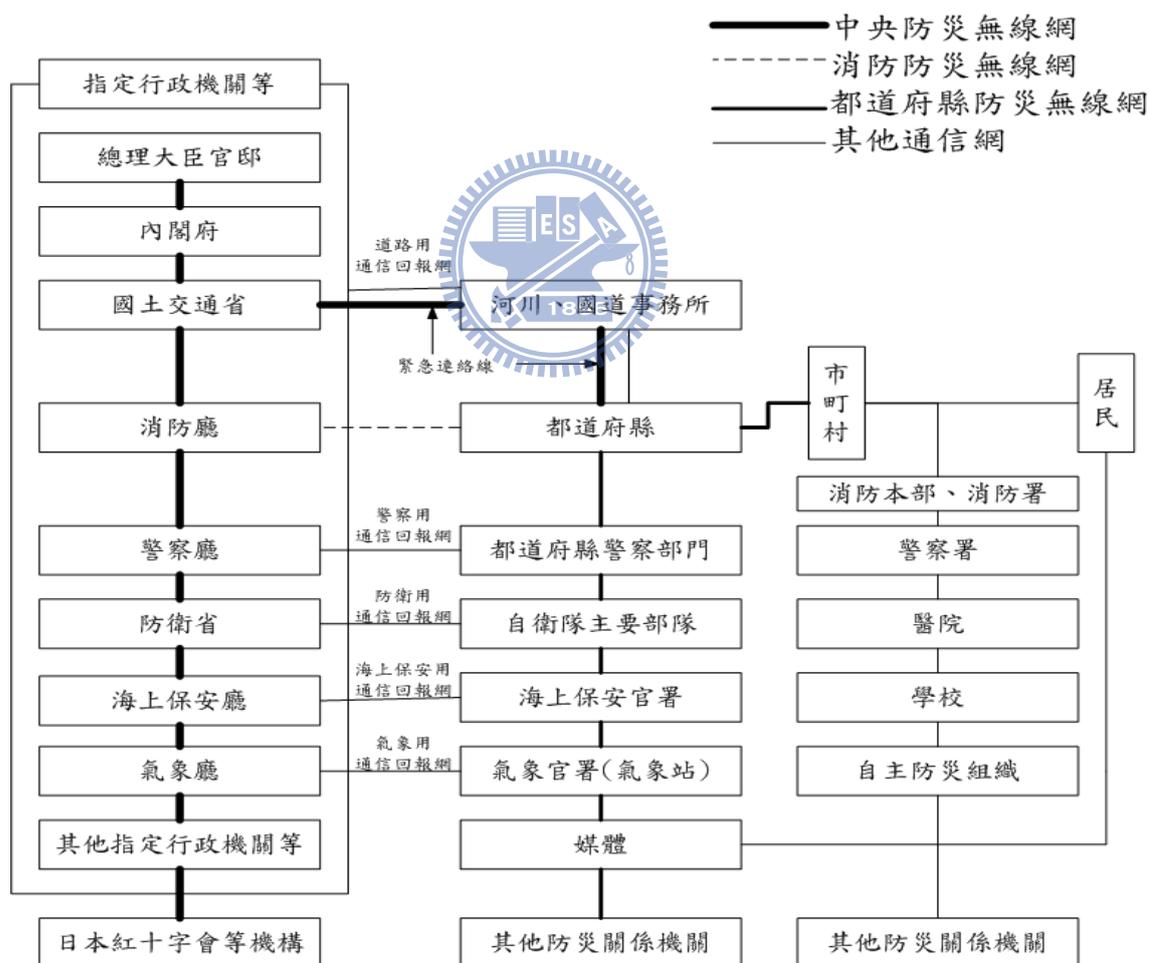


圖 2.2 日本防災通訊網架構概念圖

資料來源：平成 22 年版(西元 2010 年)防災白皮書，由本研究翻譯整理

根據日本內閣府出版的「平成 22 年版(西元 2010 年)防災白皮書」,把防災預警資訊傳遞網分為三大部分,分別為河川單位、中央與地方等,如圖 2.3 所示。其將河川單位獨立分出,是因為河川局流經的流域經常跨越多個縣市,甚至為兩縣市之間的分界線,若以地方政府管轄河川則較為不便。若河川透過中央來管轄,則全國河川數量過多,難以立即針對個別河川做出有效率地決策。因此河川單位獨立於中央與地方機關,專責處理河川事務。無論是河川單位、中央或地方,都有彼此相互連結的通訊網路,可透過電話、傳真、網路等方式聯繫。各單位的資料又透過衛星的方式相互傳遞,讓資訊傳遞上並不會有時間上的差異。此外,中央政府可將消息傳遞給地方政府,地方亦可以傳遞資訊給中央,彼此之間在分權制度之下相互合作。

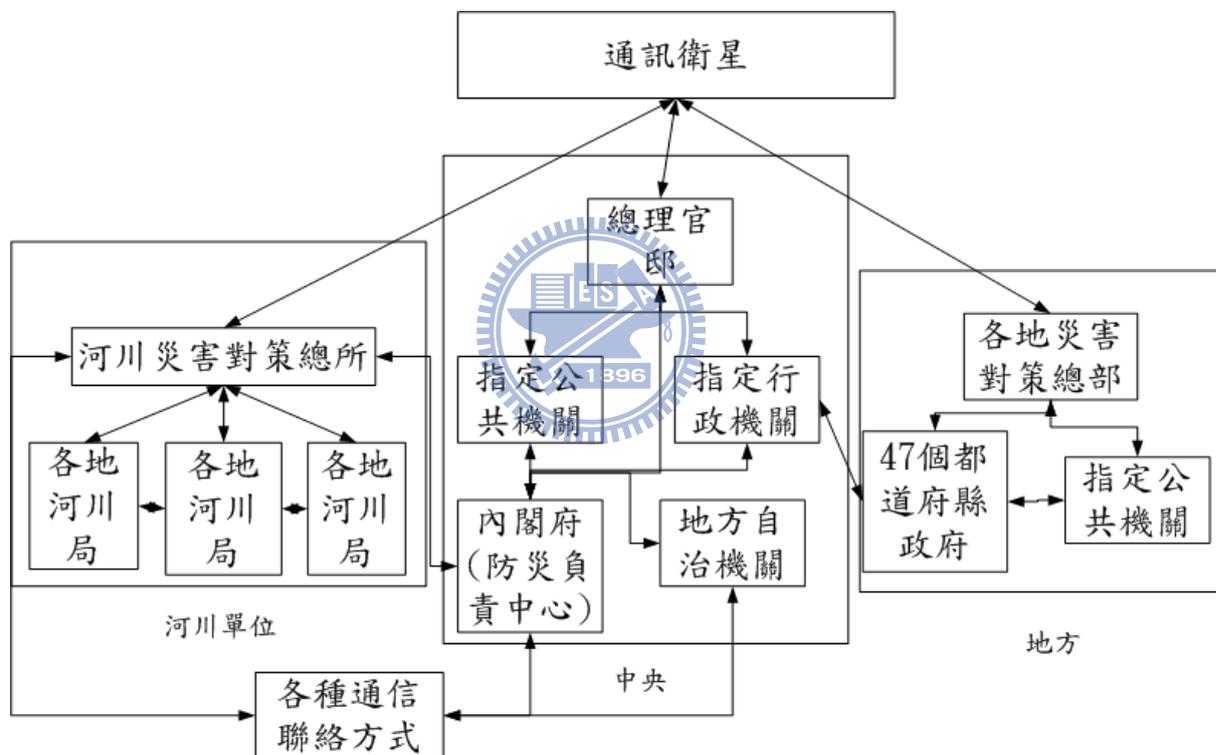


圖 2.3 日本防災預警資訊傳遞架構網

資料來源：平成 22 年版(西元 2010 年)防災白皮書，由本研究翻譯整理

根據日本內閣府出版的「平成 22 年版(西元 2010 年)大雨災害避難等檢討報告書」,對於可能災害必須傳達訊息給大眾時,被認為最有效率的方式為電視,其次為廣播車、收音機,以及手機簡訊等。其中手機簡訊在這次日本東北大地震當中相當有用,也是讓民眾能夠立即得到資訊的方式。不過手機簡訊缺點是對於沒有手機的用戶並不方便,故一般認為電視新聞的傳遞消息之效果為最佳。為避免住戶未打開電視隨時收看災害相關

預警之資訊，故以廣播車宣傳的方式加以補強。

另外，根據日本內閣府出版的「平成 22 年版(西元 2010 年)大雨災害避難等檢討報告書」，淹水前的各單位必須取得的資訊，可分為過去的淹水記錄、淹水預測，以及河川管理單位的整備狀況三個部分，如表 2.6 所示。各相關單位蒐集這些資訊後，必須考量可能淹水的範圍、淹水可能的高度、淹水上升的速度、淹水範圍內水的流速、步行與車輛困難的區域等。最終蒐集這些資訊後，相關單位依據以下四種標準決定是否要發布警訊，如下所示：

- 一、氣象警報
- 二、河川(洪水預報之河川)的水位狀況與水位預測值等資訊。
- 三、降雨狀況與降雨預測等資訊。
- 四、中小型河川與內水之狀況，以及目前淹水範圍與高度等資訊。

表 2.6 日本在淹水可能發生前必備的資訊

資訊類別	資訊來源	資訊內容
過去的淹水紀錄	氣象廳、地方整備單位與各縣市政府	淹水紀錄包含過去淹水實際情況的範圍圖、淹水時的照片、過去淹水時的河川水位與氣象資訊。
淹水預測	各地河川整備單位與地方整備單位	淹水預測包含淹水潛勢圖、地形分類圖，以及模擬淹水狀況圖等資訊。
河川管理單位的整備狀況	河川管理單位、地方整備單位及各縣市政府	地下管道排水能力圖，以及各地堤防、排水設施與水門之狀況。

於土石崩落或路基塌陷可能發生前，各單位必須取得的資訊，則包含過去的土石崩落記錄、土石崩落狀況之預測，以及防止土石崩落管理單位的整備狀況，如表 2.7 所示。各單位蒐集這些資訊後，必須考量災害影響的範圍，以及災害影響範圍的土地利用、住宅、交通，及過去的災害記錄等分布狀況。最終蒐集這些資訊後，相關單位依據以下四種標準決定是否要發布警訊，如下所示：

- 一、氣象警報
- 二、土石流警戒資訊。
- 三、降雨狀況與降雨預測等資訊。
- 四、附近區域可能發生土石崩落之前兆。

表 2.7 日本在土石崩落或路基塌陷等災害可能發生前必備的資訊

資訊類別	資訊來源	資訊內容
過去的土石崩落之紀錄	氣象廳、地方整備單位與各縣市政府	土石崩落的紀錄包含過去土石崩落的實際情況與範圍，以及當時的氣象資訊。
土石崩落狀況之預測	地方整備單位與各縣市政府	土石崩落狀況之預測包含土石災害警戒區域圖、土石災害危險區域圖，以及各地居民特性與交通狀況。
防止土石崩落管理單位整備狀況	地方整備單位與各縣市政府	防止土石崩落設施的整備狀況示意圖。

最後，日本政府無論是針對淹水或土石崩落等災害，這些負責決策的機關單位，則必須發布消息給大眾。主要發布消息的對象，則以當地的居民為首，另外還包含當地的企業與運輸業者、消防及警察等協助單位、車輛利用者，以及觀光客與外國人等。為了避免資訊傳遞上有誤解或是沒有接收到資訊等狀況，傳遞訊息者必須要使用兩種以上的傳遞媒介和上述的資訊接受者聯繫。特定或固定的傳達對象，則必須事先建立一套傳遞訊息的機制。傳遞資訊的內容則必須以簡單、清楚及具體為主，以免讓資訊接受者困擾或誤解的狀況發生。



## 2.3 研究方法文獻

本研究為質化研究，研究方法為文獻回顧法及專家訪談法，其方法的相關文獻與應用整理如下。

### 2.3.1 文獻回顧法

吳進書(2010)認為文獻回顧法，即專書、期刊論文、研討會論文、政府文獻、政策報告及報章雜誌等處，蒐集與研究主題相關的文獻。其目的在於有系統地將研究主題的內容整理、歸納、分析及比較，可提升研究成果的信度與效度。文獻回顧法的優點在於所花費的金錢與時間成本較少，即能達成一定的成效。若文獻回顧法聚焦於以往文獻的研究結果、研究方法、理論及應用上，則可以整合或批評以前的學術研究，並建立相關領域之間聯絡的橋樑。另外一種則是理論的回顧，解釋某一種特殊現象，並將不同理論的抽象概念進行重組或整合。

Neuman(2000)認為文獻回顧法的目的包含以下四種：

- 一、彰顯對於某一種知識體系熟悉的程度，並且建立研究者對於該研究領域的應用。
- 二、顯示過去研究的路線，以及當下研究與過去研究的關連性。
- 三、整合並摘要某個領域中已知的事物。
- 四、向他人學習並刺激新觀念的產生。

根據以上目的，Neuman(2000)將文獻回顧法的類型分為以下六種：

- 一、自學回顧：即增加研究者的信心與背景知識。
- 二、脈絡回顧：將某個特殊的計畫放入較大的範圍檢視之。
- 三、歷史回顧：追溯某個議題歷年來的發展，透過時間序列的方式回顧文獻。
- 四、理論回顧：比較同一個議題以往不同角度的探討、理論或研究。
- 五、方法論回顧：指出同一種主題，但不同的研究者在方法論上有何差異。
- 六、整合性回顧：敘述某個時間對於某個議題的了解與應用。

王怡雯(2007)則認為文獻回顧法，即研究過去所發生的事實之方法。運用科學的方法，蒐集過去的事實，考證正確性與價值，並以系統性的分析與整合，用最嚴謹之態度尋求變化與因果關係後，給予合理的解釋，藉以重建整個議題，也是一種對於社會現象的間接觀察法。

王怡雯(2007)針對蒐集的資料，可區分為直接資料與間接資料，分別說明如下：

- 一、直接資料，也就是原始的資料，又稱為第一手資料，這類型資料來自於事情發生的現場，經由研究者直接由資料來源處挖掘出來，過去從未有人整理過的資料。直接資料的優點為客觀性強，但缺點為花費的時間長，金錢與時間成本較其他方法高。
- 二、間接資料，也就是其他研究者曾經由於其他目的而蒐集整理過的資料，為一種非原形，且經過轉手的資料。間接資料的優點為取得速度較快，且金錢成本低，但這些資料可能有謬誤，或是蒐集到的資料為過時的資訊。

直接資料與間接資料的差異，在於研究者與文獻使用目的上有差異。即使是同一筆文獻資料，對於某人可能為直接資料，對於其他人則為間接資料。文獻回顧法通常又將資料鑑定的方式分為外部鑑定與內部鑑定，其之間的差異則說明如下：

## 一、外部鑑定

外部鑑定即判斷資料的真實性，從外表衡量資料，確認其真偽及當下的時間、空間等問題。一方面確認時間地點以外，另一方面則考量作者為誰，這文件是否為真品的問題。

## 二、內部鑑定

內部鑑定即針對文件內容的詮釋，考證其內容，並建立可信度。根據研究者的經驗，判斷其資料和客觀現實是否相符，並從內容當中萃取出其精華，並整理其文獻背後的意義。

### 2.3.2 深度訪談法

並非各種調查方式的母體都相當龐大，部分調查的母體僅集中於特定的人、事、物或機關等。深度訪談法即針對特定少數的人士進行訪談，由一個人(研究者)有目的之方式引導對方，並蒐集對方的說法，藉以了解研究對象如何解釋他們的世界。根據祝豫陽(2006)整理訪談法可以分為以下三種，分別為結構式訪談、半結構式訪談，以及無結構式訪談等。結構式訪談有標準化的訪談內容與程序，也因為有結構，所以經常無法深入了解問題的核心；無結構式訪談則讓訪談的程序有高度的自由與彈性，但缺點為事後的整理與歸納相當困難，各次的訪談結果較難直接進行比較與分析；半結構式訪談則讓研究者有較多的主控權，透過事前擬定的訪談大綱，向受訪者提出問題，問題也較有彈性。隨著受訪者的回答內容，一方面研究者可以有更深入的提問，並允許受訪者充分地抒發己見。此方法能夠讓研究者得到較完整的資料，並方便比較不同對象之間的訪談結果。

訪談者必須知道何時且如何使用深入訪問。深入探問是一種態度中立的要求，也就是針對受訪者不清楚或想要更深入了解的問題，跳脫原本問卷預設的架構，請回答者能夠清楚的再次呈述先前較模糊的回答。深入訪問的型式相當多種，例如數秒鐘的暫停、目光接觸、反覆重覆詢問同一個題目，或插入一道中立的問題等。調查訪談和一般訪談不同，Neuman(2000)整理之間的差異，如表 2.8 所示。

表 2.8 調查訪談與一般訪談之間的差異

一般訪談	調查訪談
1. 兩方對答的比例相當平均。	1. 提問人詢問問題，大部分的時間是受訪者在回覆。
2. 有感覺和意見的交換資訊。	2. 只有受訪者可以表現出感覺與情緒。
3. 有做評論且試圖說服其他人接受某個觀點。	3. 提問人不做判斷，且不會試著改變受訪者的意見和信念。
4. 人們可以表達內在的深層感覺以獲取同情，或當作治療性的放鬆。	4. 提問人欲得到問題的直接答案，受訪者不宜拐彎抹角。
5. 儀式的回答是常見的。(例如「是」、搖頭、「很好」等回覆內容或動作)	5. 提問人應讓受訪者避免儀式性的回答，且尋求誠實的答案。
6. 可與受訪者交換意見，如果提問人發現錯誤時可修正。	6. 受訪者提供所有的資訊，提問人不應改正回答者的錯誤。
7. 主題不斷變換，每個人都可以提出新主題。討論焦點可轉移至較不相關的主題。	7. 提問人控制主題、方向與步調，且必須使受訪者保持「無任務與壓力」的狀態，可容忍無關的話題轉換。
8. 語調的情緒可由幽默轉變成快樂、感動、悲傷或生氣等。	8. 提問人必須保持討論的熱度，但從頭到尾都必須保持嚴肅與客觀。
9. 人們可以閃避或忽略問題，並且可以提供輕率或言不由衷的答覆。	9. 受訪者不應迴避問題，應給予經過思考且真誠的答案。

## 2.4 綜合評析

根據以上文獻之整理，可彙整成以下之結論，並提出相關的心得與發現：

- 一、從文獻的整理，可以得知目前各項危險災害的肇因、目前各機關的運作方式，以及對於運輸之影響。但造成淹水等狀況的肇因，和目前各機關單位預警系統考量的因素相互比較，彼此之間的差異甚大。雖然多數的單位已經開始使用模擬的方式進行淹水等災害之預測，內部考量相當多的因素，但河川水位的相關標準卻仍停留在舊時代沒有更新。另外，在資訊的取得上，這些單位決策後的資訊並沒有主動提供資訊給大眾運輸業者，迫使大眾運輸業者必須直接去各處索取，容易延誤決策時機。
- 二、從日本的防災預警機制來看，和台灣不同的是，日本政府建立共同資訊平台，各單位都可以直接在平台上取得資訊，而不必分別向各單位索取。台灣目前並沒有資訊共同平台，各單位若要索取資訊，則必須和各單位個別索取。這種方式不但不方便，

在緊急的時刻各單位也沒有時間耐心處理資訊的傳遞。另外，日本防災的預警機制有將車輛的使用者與運輸業者考量在發布消息的範圍內，故大眾運輸業者不必另外索取資訊，節省決策的時間。因此，由以上的敘述可以得知，自從 1995 年阪神大地震帶給日本相當大的創傷之後，日本在災害發生前後均建立一套綿密的防救災架構，故在 2011 年 3 月的東北大地震能夠派上用場，使得民眾傷亡與財產損失能夠降至最低。

三、從研究方法的文獻當中，了解文獻回顧法與專家訪談法的特性與應用方式，進一步可以彙整這些方法於本研究當中的應用。在文獻回顧法方面，本研究運用的資料主要為間接資料，也就是各機關有些已經整理相關的作業程序，彙整於本研究之中。但本研究蒐集這些資訊後，另外則再次彙整成本研究所需要的資料，且繪製資訊流架構圖。本研究針對文獻所進行的是內部鑑定，也就是不以文獻真假為主軸，因為這些文獻多數是從政府機關取得，可信度較高，故著重於內容上的整理。在深度訪談法方面，本研究採用的是半結構式訪談法。採用此方式的原因是各公司之間都有不同的作業方式與企業文化，另外運具之間的營運方式也有所差異，故制式化的訪談問項並不夠。故本研究透過半結構式訪談法，希望一方面能夠依照一定的程序進行訪談，另一方面則是在對方的回答令人感到好奇或疑惑時，能夠讓訪談者深入追問其詳細內容，以免漏失重要資訊。

## 第三章 大眾運輸潛在危險之類型、肇因與預警資訊系統

「大眾運輸潛在危險」，即災害可能造成大眾運輸的乘客、駕駛、車輛及設備等遭受生命財產及安全上的威脅。因此「大眾運輸潛在危險之預警」，係指大眾運輸業者為了避免災害造成人員生命及財產上的損害，經評估若認為災情有影響生命及財產安全之疑慮時，必須於災害發生前採取營運中止或減速等即時又適當的措施，並提供給駕駛、車輛及乘客相關資訊，以避免意外發生。

### 3.1 大眾運輸潛在危險之類型與肇因

本節主要探討大眾運輸潛在危險的類型與肇因，並探討這些狀況對於公路汽車客運業者及鐵路客運業者在安全層面所造成的影響。本研究考量台灣常發生的災害種類，包含颱風及豪雨等狀況，將大眾運輸潛在危險之類型，分為(一)淹水、(二)土石崩落或路基塌陷、(三)橋樑斷裂，以及(四)車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況。其中地震雖然能夠事先進行人員訓練及計畫，但目前的科技仍無法在地震發生前進行預測，因此並沒有辦法提供預警的資訊。運輸業者只能在地震主震發生之後，利用地震波當中的P波與S波傳達速度與時間之差異，進一步採取停駛或減速慢行等措施，因此地震並不在本研究的範圍內。本研究之研究對象為公路汽車客運業及鐵路客運業，即使屬於同一種危險狀況，對於公路汽車客運業及鐵路客運業的意義也有所差異，分別敘述如下：

#### 一、淹水

對於公路汽車客運業者而言，若排水系統短時間內無法負荷滂沱大雨所降下的雨量時，將造成路面淹水之情形。當淹水達到一定高度時，車子行駛濺起的水花，甚至直接破壞車子內部的構造，造成車子拋錨在道路上。當水位達一定高度時，車門受外力影響而無法開啟，駕駛人與乘客將受困在車子中無法逃離，可能造成生命財產上的損失，道路或橋樑也會因為淹水而受到影響。淹水的影響範圍並非僅只於單一道路而已，通常是以一整個區域為受災範圍，故管制的範圍也較其他狀況大。

對於鐵路客運業者而言，軌道面若淹水，對於透過第三軌作為電力供應來源的台北捷運及高雄捷運而言，將會影響供電設施，捷運將因此故障不能行駛。對於透過電車線供電的臺鐵與高鐵而言，雖然不會造成電力供應上的困擾，但淹水及行駛經過而濺起的

水花，亦將造成車輛下方的動力設備等機械損壞，也會讓車輛故障而無法行駛，乘客將受困於車廂中。

淹水的肇因主要可以分為外水和內水兩大類。由於河川暴漲或漲潮而導致淹水災情者，則為外水；由於地勢低窪或排水設施效率不彰，而導致淹水災情者，則為內水。無論是內水或是外水，其最主要的成因都是以集中且大量的降雨為主。其中雨水的集中性，則包含降雨時間帶的集中性，以及降雨地域的集中性。但單憑降雨量的多寡，並沒有辦法提出此地一定會淹水之定論，必須配合當地的地勢(地形與地勢高度)、地理位置(鄰近海邊或河岸邊)、排水設施、地質與土壤型態、降雨時間長度，以及降下大雨的時間點等。這些因素均攸關於淹水的範圍、高度，以及善後恢復原貌之難易程度等。因此在前述內容中的各種不同地勢、地理位置等條件下，預警系統的發布時機均有所不同。

以地勢而言，低窪地區比地勢較高的地區容易淹水，例如台灣中南部地區超抽地下水的行為，讓地層下陷的情形越來越嚴重，每當大水一來，數個鄉鎮則為一片水鄉澤國。若該地地形為平原，由於積水並沒有辦法隨著地勢往海邊或河岸邊流動，故淹水影響的時間較久，且淹水的範圍較廣。以地理位置而言，若該區域靠近海岸邊，則容易受到潮汐的影響，若同時加上降雨時間點的因素，當滿潮的時候，河水和淹水不易排出於大海，則積水範圍較廣且較難恢復原貌。若該區域靠近河岸邊，則河水的水位將是關鍵的重點。河水水位上升速度較快的原因，在於雨水大量且集中地降在集水區與河川附近時，但更為嚴重的狀況則是在水庫水位已滿，而準備洩洪時。當水庫水位達到一定高度時必須洩洪，洩洪前數個小時內必須以各種管道通知下游民眾注意。但洩洪的時間點往往都是在降雨持續一段時間，河川水位也較高時，因此河川的水位將因為上游洩洪而快速上升，這無疑是雪上加霜。

所謂排水系統，則包含人工的排水設施，以及天然的排水設施。人工的排水設施則包含水溝、水管、下水道及蓄洪池等。人工排水設施若沒有定期清理，或是蓄洪池等設施沒有清除淤泥，則會使得排水系統並沒有辦法完全發揮及時排水的功能。所謂天然的排水設施，則和土壤的性質與植被的密度與抓地能力有關。黏性較高的土壤當中，其土壤之間的縫隙較小，因此能夠儲水的空間不多。另外，黏性較高的土壤吸水能力也較差，故這些雨水並沒有辦法被土壤吸收。土壤若能夠有較強的吸水能力，這些雨水就能夠暫時被儲存在土壤中，並藉由蒸散作用回歸大氣中，完成水循環。這些土壤可以位於道路

沿線的邊坡上，也可以是沒有鋪上柏油或瀝青的路面等處。柏油瀝青路面因為沒有吸水與排水的能力，所以都市中的排水系統通常只包含人工的排水設施。

結合降雨量、降雨時間點、地勢及地理位置等因子，可發現當該區域地理位置位於海岸邊，加上前述內容所提到的地勢共同考慮時，則低窪地區且鄰近海岸的區域其淹水高度較高，且淹水範圍較廣。例如屏東沿海地區的佳冬鄉、枋寮鄉及林邊鄉等區域，均容易受到海水倒灌與地勢較低的影響，因此每當淹水時，高度至少均超過一層樓，甚至有二至三層樓的淹水高度，且淹水清理時間較長。淹水清理的時間較長的原因，在於河水和海水所帶來的土石、泥沙與垃圾等物均容易堵塞排水系統，在加上這些地區又位處低窪地帶，且地勢較為平坦，故淹水總是需要花費許多日子才能清理完成。

## 二、土石崩落或路基塌陷

對於公路汽車客運業而言，由於道路施工品質不佳、施工單位回填不實，甚至是落石掉落等因素，將造成道路路面塌陷。眾多坑洞的路面，一方面會影響車輛行駛的舒適度，更嚴重可能會導致車內的設備受到強烈的震動而毀損，或是影響駕駛人控制行駛方向等情形。對於機車用路人而言，也將容易有事故發生。若影響範圍較為局部，則可能封閉部分車道，其餘的車道則受到通行管制；若影響範圍較大，則可能整條道路封閉，用路人必須改道。

無論是對於公路汽車客運或是鐵路客運而言，河川或雨水等外力不斷沖刷路基下方的土石，將使得道路路面或鐵路軌道面失去支撐，進而造成路面塌陷。公路汽車或鐵路列車可能掉入河川或山谷，其恢復時間較久。若沖刷的土石位於路面的邊坡上，則容易墜落於路面，使得道路中斷無法通過，甚至可能砸中經過的公路汽車車輛或鐵路列車。

道路的邊坡、路面與路基被破壞，而造成大眾運輸發生安全上的重大意外或傷亡事件，必須探討哪些因子將造成道路邊坡或路基等相關結構體被破壞，並了解有哪些原因同時也將容易造成人員生命財產上的危害。降雨量與降雨持續時間為主要因子。降雨較大時，土壤的含水量將增加，土壤間或與岩石之間的摩擦力亦將降低。摩擦力一旦降低，將使得土壤較容易受到地心引力的影響而往下滑動。若摩擦力已經無法抵擋下滑的力量時，此時土石就會在重力加速度下快速墜落。若連續降雨多日，雖然降雨強度不強，但因為土壤中的水分要進行蒸散作用的速度較慢，故累計雨量與往前推算一段日子的降雨量都是必須考量的因素，這些也都關係到土壤含水量的多寡與摩擦力大小。

但並非單一因素就能造成如此大的災害，還必須考量其他因素，例如當地土壤的含水量、土壤的種類(吸水與排水能力)、植被覆蓋程度、坡向，以及地理位置(位於河岸或海岸)等狀況。每種不同的土壤均有不同的吸水能力，若種植能夠抓住土壤的植物，則土壤流失的情形將能夠減緩。若地處地震較多之處，則容易由於地震造成地質較容易鬆落，可能會因為大雨等緣故而發生災情。植被覆蓋程度則是和土壤固定不容易鬆落的能力有關，若植被的抓地力不佳，例如種植檳榔樹等淺根植物，將容易使得土壤流失，而易發生災情。例如蘇花公路南澳至東澳段，長年以來大小地震不斷，其地質條件也較為脆弱，常因為降雨而使得土石墜落，造成人員生命財產上的損失。坡向也是一個相當重要的因素，順向坡加上鬆軟的土壤，加上連續數日的雨勢，可能就會發生土石崩塌的情形。部分道路興建時有挖空順向坡的坡腳，則容易因為土石鬆落而發生災害。以房屋而言，民國八十六年汐止地區的林肯大郡，就因為颱風的大雨、坡腳被挖空與房屋位於順向坡坡腳等緣故，造成難以挽回的悲劇。

土石墜落的地點雖然是位於山坡上，但對於運輸的影響有所不同。若為路面上方的山坡發生土石崩落，則土石可能砸中經過的車輛與行人，並破壞路面的結構。若為路面下方的路基發生土石崩落，則土石可能往下掉落至河川或大海裡，並使得路基承受上方的力量減少，路面也就會因此往下塌陷。要構成前者的狀況，也就是考量雨量、降雨持續時間、土壤種類及植被覆蓋程度等情形。但如果是構成後者的狀況，除了以上因素之外，另外必須考慮其地理位置。地理位置在河岸或海岸邊者，若道路路基由脆弱之土壤所構成，則容易受到海浪或河水的沖刷力而使得路基掏空。即這些位於海岸或河岸邊的山坡坡腳被挖空，使得坡腳上面的力量大於下方支撐力時，即有發生崩塌的風險。例如2009年八八水災時，台東縣太麻里鄉曾因為海水和河水共同沖刷道路路基及房屋地基，道路因此而中斷，甚至離河岸及海岸旁有一段距離的房屋也無一倖免，倒塌於大水中。

### 三、橋樑斷裂

無論對於公路汽車客運或鐵路客運而言，若河川及上游淤泥往下游移動的速度及力量過大時，將使得橋墩受到外力撞擊而應聲斷裂，行駛於上方的客運車輛或鐵路列車將會掉入河川當中。若橋墩的年齡可能過於老舊時，則抵抗河水的力量會比較弱，在無法承受如此大的撞擊力之情形下，橋墩亦會因此而斷裂。另外，當橋樑上方的載重大於下方支撐的力量時，則橋面結構將會斷裂，上方行駛的車輛與行人將掉落於河川中。

橋樑可能發生斷裂之因素，包含降雨造成河川暴漲的力道過大而沖毀橋墩、橋樑年齡過於老舊或使用頻率過高而造成斷裂，以及橋樑載重過重而斷裂。若橋樑位置鄰近於山坡，則亦可能發生土石崩塌的情形，土石崩塌的因素則在導致土石崩落或路基塌陷的前述內容中已有詳細敘述。土石崩落的現象將造成橋樑上方負荷過重而斷裂。

但往往並非單一因素就會造成橋樑斷裂，除了降雨造成大量的河水往下游沖刷橋墩之外，也可能因為過多的泥沙和垃圾等物品阻斷河水流動的方向，以致於河水作用於橋墩的力量更大，而造成橋樑斷裂。由於台灣地形較為陡峭，山岳的高度落差較大。當河川的高低差距較大時，這些河水的位能降低，均轉換為動能與其他能量，則河川河水受到地心引力的作用而往下沖刷的速度比較快，將容易以較大的力量衝撞河川橋墩。目前在河床附近常有許多業者盜採砂石，部分橋墩底座的砂石也被挖空，可能使得橋墩底座不穩。橋墩下方的土石除了由於人為因素被挖空之外，也容易因為河水強大力量將這些底座的砂石被沖刷，造成橋樑底座有不穩的情形，以致於橋樑整座傾倒的狀況發生。

另外，由上游往下游沖刷的河水中，包含許多土石和泥沙，甚至是垃圾或是貨櫃等物品。這些物品往下游沖刷時，因為力道過大而造成橋墩斷裂，或是因為物品無法通過兩橋墩之間的空間，而阻斷了河水可通過的面積。河水可通過的面積減少，一方面對於容易造成河岸兩旁淹水的災情，另一方面則是河川作用於橋墩的作用力則更大，橋墩更容易無法承受力量而倒塌或斷裂。例如臺鐵的八堵橋，也是因為基隆河河川上游帶來大量的泥沙，以及河岸邊的貨櫃被湍急的河川往下游沖刷，但無法通過兩橋墩之間的縫隙，造成臺鐵八堵橋橋墩斷裂而暫停行駛。近年來太麻里溪橋也是因為河川暴漲，造成南迴鐵路數度中斷，近期則要另闢新橋樑，以免同樣地狀況再次發生。

橋樑也可能因為過於老舊等因素而斷裂倒塌。橋樑由於長期承受上方車輛通過，結構體因此些微受到壓迫而變形，加上其他建材可能有老化或超過使用期限等情況，若不加以維修則相當危險。此類橋樑對於湍急河水的撞擊力道較承受不住，目前全台灣也有多座橋樑被列為危橋，多半是結構已不合當年所設計的規範，並且可能無法負荷眾多車輛之載重，或是無法承受湍急河水的沖刷力的橋樑。

#### 四、車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

此處所提及的其他使車輛無法安全平穩行駛之狀況，則包含車輛易翻覆、由於道路沿線有物品墜落而使得道路中央有障礙物、強勁風力使得車輛被捲走等天然災害因素影響駕駛人行車安全之狀況。

對於公路汽車客運業而言，由於風力造成招牌、樹枝及樹幹等物掉落在道路上，或是土石禁不起大雨沖刷而滑落至路面等因素，造成道路中有障礙物影響車輛通行。如果障礙物只佔據部分車道，則公路管理單位將可封閉部分車道。但如果障礙物有持續墜落之虞者，則公路管理單位將考量後續仍有東西墜落，故封閉部分路段，用路人須改道行駛。鐵路若在行駛中遇到有障礙物時，則列車可以透過前方的排障器來排除這些障礙物，例如在鐵軌上被人刻意堆積的小石頭等。但若障礙物過大時，甚至是大型落石等，排障器已經沒有辦法處理，列車駕駛必須透過目視的方式隨時警覺前方狀況。若短期內無法解決之障礙，則必須單向或該路段全面停駛。對於捷運系統而言，若有障礙物入侵軌道時，則可以立即透過相關設備將訊號傳遞到軌道旁的號誌，並暫停路線上的列車營運。駕駛將視狀況改為手動駕駛，並讓列車以較緩慢的速度行駛至最近的車站讓乘客下車。

無論對於公路汽車客運業或鐵路客運業而言，其餘無法讓列車安全平穩行駛的狀況，則包含側風過大、有平交道事故或其他人身事故、有人員闖入淨空區域，或海浪拍打到軌道行駛路面等。側風過大則容易讓列車翻覆，尤其是高架路段或超高轉彎路段行駛的車輛更是危險。若為海邊靠近海岸之路線，則必須要考量風浪大小，以免公路車輛或鐵路列車被捲入海中。

造成這些狀況發生的因子主要為風力，當瞬間陣風達到一定等級時，側風將容易讓行駛中的車輛翻覆。其中我國高速鐵路多為高架路段，自彰化八卦山隧道以南至左營站北邊長達一百多公里的高架橋橫互於台灣西南部平原，位於橋樑上的高速鐵路列車，並沒有任何屏障可以遮掩。在極高速行駛的狀況下，列車更容易被強風吹倒。路旁的招牌、樹枝、樹幹等東西可能因為強風的緣故而墜落，若直接掉落於道路上或鐵路路線上，將容易造成列車出軌，或是直接砸中列車或行駛中的汽車，造成生命財產上的損失。

除了單獨只考慮風力的影響之外，若道路、橋樑及鐵路路線的沿線位於河岸或海岸邊時，風力過強以致於海面風浪較大，海浪可能拍打上岸，將汽車、行人或鐵路車輛捲

入海中。台灣許多鐵路及公路路段鄰近於海岸邊，例如臺鐵北迴鐵路、省道台九線蘇花公路段、省道台二線，以及省道台十一線等路段均是如此。2011年3月11日日本發生大地震後引起海嘯，為了防止靠近海岸的鐵路沿線上的列車被海嘯捲走，故該路段的列車全面停駛。雖然海嘯的成因並非由風力所造成，但海嘯所造成的巨浪對於行駛於海岸邊的大眾運輸車輛有相當大的威脅。

就以颱風而言，由於中央氣象局的颱風警報，多半是以風力做為分級的標準，例如熱帶性低氣壓為中心附近平均風速必須達六至七級、輕度颱風達八至十一級、中度颱風達十二至十五級，以及強烈颱風達十六級以上。因為以風力做為分級的標準，也造成民眾容易輕忽輕度颱風的威力。輕度颱風雖然在風力上比中度或強烈颱風弱，但由於結構較不紮實，降雨雲系擴散的範圍比強烈颱風更廣。因此降雨的雲系停留在台灣的時間較長，容易造成淹水的情形發生。例如民國91年的納莉颱風登陸台灣沒多久即轉為輕度颱風、民國90年造成高雄大淹水的潭美颱風也是輕度颱風，可見輕度颱風的威力其實也是不容小覷。往往大眾運輸業者僅以颱風的風力等級做為停駛的標準，故忽略輕度颱風將會帶來大量的降雨，以致於車輛受困於水勢中的畫面不斷上演。

綜合以上各種影響大眾運輸正常營運的狀況與肇因，發現公路汽車客運業與鐵路客運業，雖然面臨類似的狀況，但在許多地方卻有差異。大眾運輸潛在危險的狀況與肇因，如圖3.1所示。值得注意的是，這些因素並非單一因素，有可能多個因素綜合在一起，造成更大型的災害。此外，各種型態之間有共同之因素，這類型共同之因素可能同時導致淹水、土石崩落及橋樑斷裂之情形發生，即為「複合式災害」，常造成更嚴重的災情。

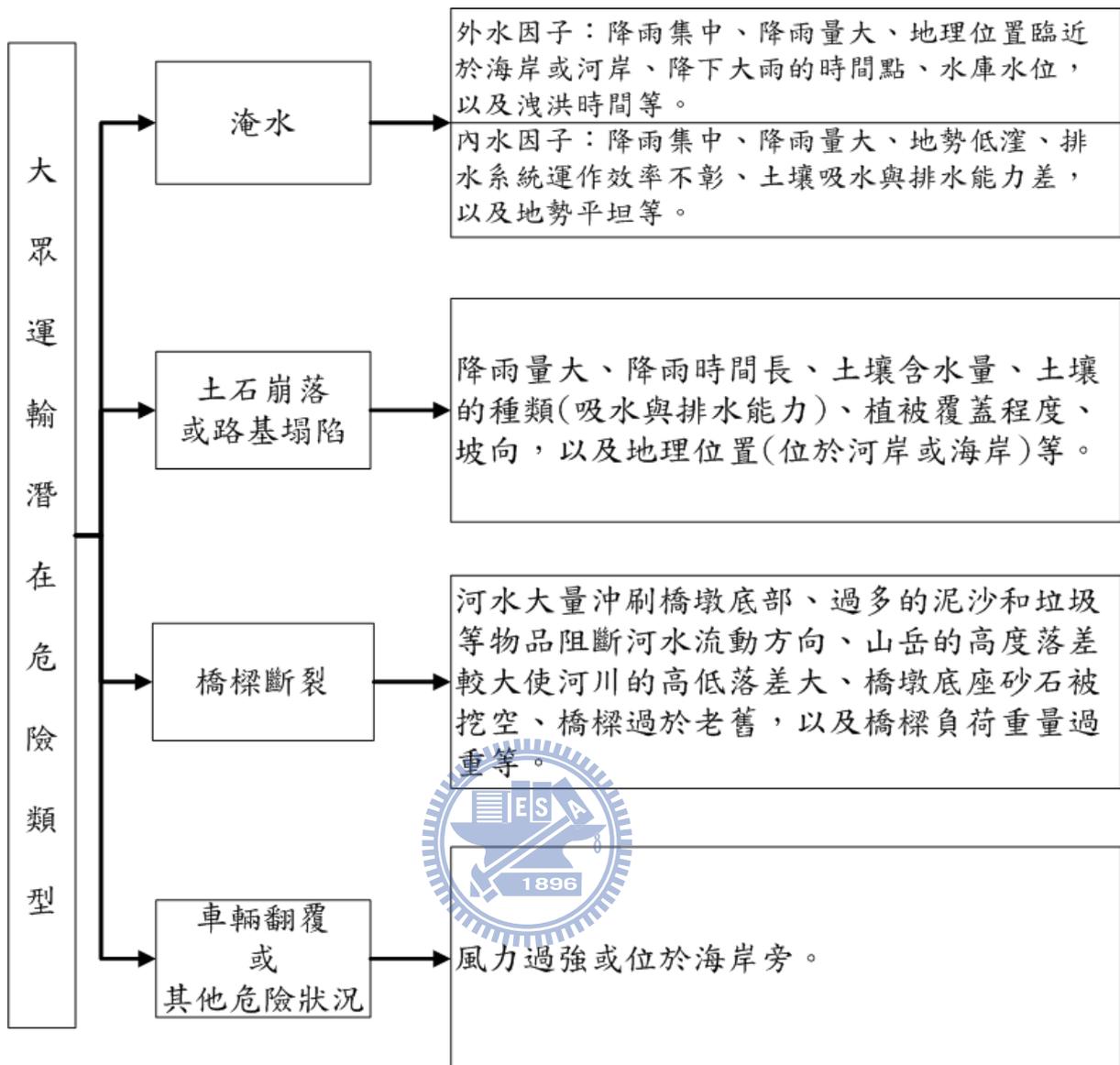


圖 3.1 大眾運輸潛在危險類型與肇因整理

### 3.2 大眾運輸潛在危險預警資訊系統

災害管理即針對危險情況進行動態性且持續性的管理，並減少危險狀況的不確定性。災害發生的過程可以分為四個階段，分別為減災(Mitigation)、整備(Preparedness)、應變(Response)，及復原(Recovery)。目前台灣的災害防救法將「減災」與「整備」合併為「災害預防」。本研究所謂預警系統，即為四個階段當中的整備階段，同時也是災害防救法當中災害預防之階段。整備階段即在災害發生之前，能夠事先進行訓練與計畫，並在災害未發生前，預先發布危險訊息，以提醒民眾提高警覺，做好防災的準備。台灣一年四

季天災不斷，經常造成無數民眾生命財產上的損失，預警系統也是不可或缺的一環。

一套預警系統首先必須由營運單位確認有哪些肇因所引起，譬如河川水位過高可能導致淹水，或是降雨量過大導致淹水等狀況。大眾運輸業者將依據不同的肇因，個別去蒐集不同的資訊防範之。例如水位若過高的問題，則蒐集水位的資訊，並隨時觀察水位高度。並非所有肇因發生之初，就會讓大眾運輸陷入危險之境。因此大眾運輸業者在平常的時刻就會持續蒐集資訊，觀察其是否有明顯變化。故預警資訊系統首先由大眾運輸業者或公路管理單位確認其災害之肇因，並針對這些肇因持續性的觀察及蒐集各方之資訊。決策者首先必須設定這些肇因或危險類型觀測值究竟達到何種門檻時，將會讓大眾運輸營運安全受到威脅。其中依照大眾運輸於安全上的威脅程度之差異，將預警系統分為數個階段進行。大眾運輸業者的因應行為將視不同的預警階段，而有不同的做法。後面階段對於大眾運輸安全的威脅程度，比前一階段的程度高。即使為同一階段的預警系統，可能將因為路線的差異而有所不同，例如行經的路段為丘陵地，則必須考量土石崩落的危險；行經的路段為地下道，則必須考量較容易淹水的情況。故在門檻值上，不同的路段將有不同的標準。



大眾運輸業者完成設定影響大眾運輸安全的各種階段之門檻值之後，必須要透過回推的方式，才能了解預警系統必須在哪個時間點發揮功效，並提醒大眾運輸業者應立即採取適當的因應措施。自大眾運輸業者根據這些蒐集的資訊，決定要採取因應措施為起點，至大眾運輸安全受到影響為終點，這段期間則稱為預警時間。預警時間的長度計算方式，則為決策者蒐集資訊所需花費的時間，加上決策者發布資訊後各單位處理的時間。大眾運輸業者各單位無論採取何種措施，都必須在時間內完成，並且足以因應即將到來的危害。預警時間的長度又必須考量肇因或危險狀況觀測值的變化。例如造成某運具發生安全上的危險，其降雨量為 250mm，預警時間經過計算為 1 小時，故預警系統開始發揮功效的時間點，即為降雨量降至 250mm 的一個小時前。故若預測下一個小時的雨量將到達 250mm 時，則現今應立即採取預警系統之因應措施，以避免大眾運輸可能發生的危險。故警戒值並非一個固定數值，而是必須配合肇因獲危險狀況觀測的現況與估計值來制定。

故大眾運輸業者針對可能發生之狀況與肇因，首先得確認各單位對於資訊有哪些需求。相關單位並持續不中斷地蒐集有關的資訊，並隨時觀察之。直到觀察的值發現有異

狀，且可能對大眾運輸的安全有影響時，則立即將相關資訊送抵決策者的面前，並由決策者快速做出決策，最後將決策後的資訊發送至各相關單位，以達成預警系統之功能。相關的資訊必須在關鍵的時刻內送到決策者的手中，並即時做出適當的決策，以減低大眾運輸在災害時可能發生的危險，這就是預警系統所要達到的目的。肇因、資訊蒐集及判別，與決策的時機點之間的關係，則如圖 3.2 所示。

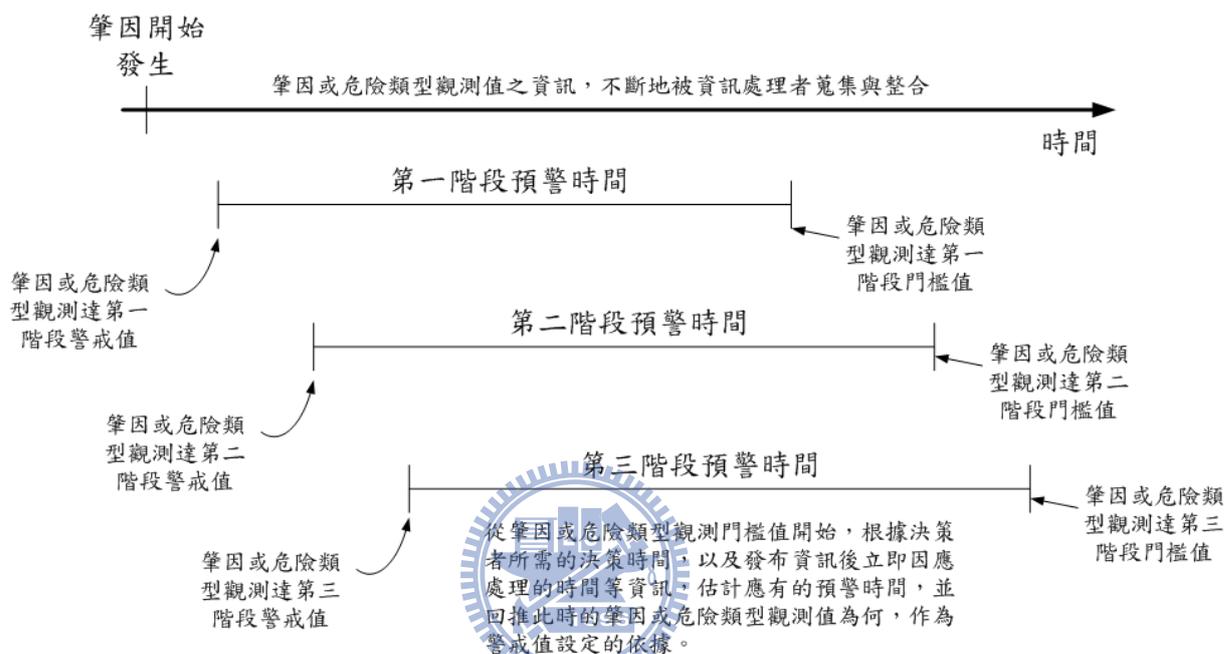


圖 3.2 預警系統從肇因發生、蒐集資訊，到決策點之間的時間關係圖

各種大眾運輸可能面臨到的危險狀況，其預警系統應考量的內容，分別說明如下：

#### 一、淹水預警系統

淹水的預警系統必須考量前述內容所可能發生的肇因，而並非僅考慮降雨量和降雨強度而發出預警資訊。地勢低窪處、土壤吸水與排水能力較差處、位於河川旁與海岸旁之處，以及地勢較為平坦之處，淹水的可能性較高，淹水的範圍及高度亦較高。預警系統若應用於運輸方面，以公路汽車客運業而言，則必須在淹水高度足以讓汽車的零件受損而拋錨，甚至車門受到水壓的力量而無法開啟之前提出警告，公路管理單位採取封橋封路的措施，而公路汽車客運業者則改道行駛，或是採取停駛等措施；以鐵路客運業而言，則必須在淹水高度足以讓列車下方的零件受損而故障之前，對於該路段採取暫停營運之措施，或是對於以第三軌供電軌道系統而言，必須在淹水高度足以影響其供電設備時採取暫停營運之措施。另外針對站體的部分，若雨量過大時，車站若沒有適當的防護設備，將使得車站內淹水，若未及時疏散乘客，乘客將受困於淹水車站中而無法脫困，

對生命財產的安全有相當嚴重地威脅。

淹水預警系統亦必須考量內水與外水的差異，內水預警系統的預警時間較長，雨量累積的速度較慢；外水預警系統的預警時間較短，在河川暴漲之下，只要河川水位高度高於堤防，大量的河水立即淹沒市區，故預警時間相當短暫。無論為何種肇因，淹水預警系統應用於運輸上，就是要避免人員受困於淹水狀況，並避免生命財產上的損失。

## 二、土石崩落或路基塌陷之預警系統

無論是路面上方的邊坡土石，或是路面下方的路基，均必須進行土石位移及岩盤裂縫之監測。這些位移通常是因為降雨量過多，或是降雨時數較長等因素所造成，另外若該地區土石坡向為順向坡，再加上本身的土壤性質與地質狀況，將造成土石崩塌或位移的狀況一再發生。因此預警系統必須監測這些資訊，若位移或裂縫的長度超過一定門檻值時，對於鐵路運輸業者而言，則必須採取停止營運等措施。但由於土石崩落等狀況，若運用偵測設備處理，將使得預警時間過短，公路管理單位及公路客運業者無法即時封路或改道。因此預警系統必須配合雨量等指標，若雨量值達到某個程度，有可能造成土石崩落或路基塌陷之狀況時，則應立即封路。門檻值之制定除了雨量之外，應考慮降雨強度、土壤種類、地質狀況、坡度及坡向等因素，當有一定機率發生時，則公路單位為了保障用路人的安全而封路，公路汽車客運業者也因應公路管理單位封路之措施，而做出改道或停駛等決策，以在最關鍵且緊急之時，避免車上乘客與駕駛遭遇不幸的意外。

## 三、橋樑斷裂預警系統

預警系統必須知道橋樑目前可能承受河水的力量，並了解上游可能往下游沖刷的物體對於河流流速與流向等影響。另外還得事先了解目前橋樑的狀況，以及橋面與橋墩能承受的力道大小，才能訂定適當的警戒值。公路管理單位或鐵路營運單位必須在橋樑有安全疑慮時提前封橋，才能保障人員生命財產上的安全。故短期而言，透過橋樑位移的偵測，避免橋樑斷裂，防止車輛掉落至河川中。若位移狀況較不嚴重，預警時間則較長，位移偵測器已有充足的時間給公路管理單位進行封路等預警措施；若位移狀況嚴重時，則橋樑斷裂的可能性較大，隨時都可能斷裂，故預警時間較短，必須提早預防這種狀況，而非等到位移偵測器作動才有所動作。

#### 四、其餘車輛運行有安全疑慮型態之預警系統

其餘車輛運行有安全上之疑慮之狀況，多半為風力所導致。風力過大時，或是災情過於嚴重沒有辦法行駛時，此時公路汽車客運業者與鐵路客運業者，將考量風力、雨量及運輸需求等因素，決定是否要停駛。這部分預警的關鍵，在於列車或公路車輛能夠在路上不受掉落物所威脅，並且能夠平穩行駛而不翻覆。

公路管理單位必須封閉運輸設施的時機點，多半是其設施有可能危害使用者生命財產上的安全。尤其災害將使得上述情形發生的機率增加，故將使得運輸供應者開始衡量是否應該要採取措施以防範這些狀況的發生。對於公路汽車客運業者而言，並不像鐵路客運業者有其路權，故必須透過公路管理單位的封路或改道建議資訊，藉此了解前方道路狀況。雖然沒有權限能夠決定公路相關單位是否要中斷道路，但可以視狀況調整班距(減班、調整班距、改為固定班次等方式)、改道行駛(市區道路或省道積水，可行駛國道因應)，甚至客運業者停止行駛等措施。

### 3.3 大眾運輸潛在危險預警系統之機制

本節整理目前各機關單位發布預警的機制與時間點。目前大眾運輸潛在危險預警系統之機制，將延續前述內容對於危險狀況分類，區分為淹水預警系統(包含內水和外水預警系統)、土石崩落或路基塌陷、橋樑監測與預警系統，與車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警機制現況，分別說明如下。

#### 3.3.1 淹水預警系統之機制

依據災害防救法第三條之規定，淹水預警的負責機關為行政院經濟部，目前為水利署之權責。根據行政院經濟部水利署的資料，目前我國政府在考量淹水預警系統，主要分為三種類別，分別為外水預警、內水預警及水庫洩洪預警。其中由於外水預警與水庫洩洪預警的負責內容較為相關，故合併為外水與水庫洩洪預警系統，另一部分則為內水預警系統。

## 一、外水與水庫洩洪預警系統：

水利署河川局偵測水情的儀器，包含水位站、雨量站與中繼站，並透過降雨預測模式、降雨逕流預報模式、水庫防汛時期運轉模式、河川洪水預報模式，以及綜合、展示與決策模式等，進行未來數小時內降雨與水位高度之預測。本研究以水利署第十河川局(淡水河流域)的外水預警機制為例，分別敘述如下：

- (一) 降雨預測模式：推估集水區未來 6 小時內，每個小時的平均降雨。
- (二) 降雨逕流預報模式：將淡水河分為 16 個區域，透過模擬程式計算出上一個流域的流量之後，作為下一個區域的入流量。
- (三) 水庫防汛時期運轉模式：即模擬石門與翡翠水庫在防汛期間的運轉模式，並依照水庫水位及預測的水庫入流量，按照水庫操作規則進行模擬，並建議適當的水庫洩洪量，以滿足水庫安全並不影響下游狀況。
- (四) 河川洪水預報模式：計算各河川斷面不同時段的水深與流量，並引用河口潮位站所預測的潮位，模擬海水潮位所帶來的效應。
- (五) 綜合、展示及決策模式：將以上的模式成果整合之後，對於預報結果自動產生圖表及洪水警告單等，提供決策人員參考。

洪水觀測與預報依照不同的警戒分級機制，最主要的目的就是能夠提供預警資訊，並即時採取適當措施。目前洪水警報系統的水位定義與措施分為三個等級，如下所示：

- (一) 三級警戒水位：當河水水位在未來兩小時內可能超過高灘地高程時，必須立即通知縣市政府關閉水門、疏散門及抽水站得準備防汛工作，並警告於河川高灘地民眾活動者應立即離開，其中高灘地的高程就是三級警戒水位值。
- (二) 二級警戒水位：當未來五小時內的水位可能超過堤岸高程時，必須緊急疏散低窪地區居民，各防汛單位動員準備防救災機具與材料，並嚴加戒備。也必須管制橋樑、封堵涵洞及啟動防汛應變措施。
- (三) 一級警戒水位：當河川水位達到計畫洪水位，或兩個小時內水位會超過堤岸高程時，決定疏散低窪地區居民，並開始疏散可能淹水區域的民眾，設施必須避免災害，並做好緊急疏散措施。

## 二、內水預警系統：

目前內政部淹水預警數值模式主要由行政院水利署所負責，但模式主要考量的因素是雨量，並沒有辦法如實反應台灣各地的狀況。若要考慮排水系統、地形及土壤因素，

模擬時間較為費時，實務上效率較差，難達到淹水的預警效果。水利署以鄉鎮市區為空間單位，利用「雨量大小」與「淹水程度」之間的關係進行迴歸，並結合雨量站所測得的雨量值和歷年的淹水情況，設定各鄉鎮市的淹水之雨量警戒值。內水預警系統透過中央氣象局的即時觀測雨量及未來預測降雨量，藉由淹水潛勢圖預測淹水範圍及高度。淹水潛勢圖即在平時先製作完成，若該地區的雨量大於一定標準，中央的公路主管單位與縣市政府就可以直接檢視淹水潛勢圖，了解可能的淹水範圍及高度，並立即疏散可能淹水地區的居民，且封閉道路和橋樑。潛勢圖以數值格網式模擬淹水結果，但並沒有結合鄉鎮市區等行政邊界，所屬負責的行政單位卻無法明確了解與分權。未來淹水潛勢圖將結合行政區的邊界，以解決這個問題。現今已建置十種降雨條件，包含每天的降雨量達 150、200、250、300、350、400、450、500、550 及 600 毫米的淹水潛勢圖，才能比較符合實際降雨情況的淹水警戒資訊。雨量站則是每十分鐘更新一次，由於短延時強度較大或長延時累積雨量較大的狀況均會造成淹水，故除了觀測十分鐘的雨量之外，並因地制宜設定 1、3、6、12，與 24 小時的延時雨量警戒值。

### 3.3.2 土石崩落或路基塌陷預警系統之機制

目前土石崩落或路基塌陷的預警機制主要可以分為兩類，分別為接觸型監測系統及非接觸型監測系統。接觸型監測系統係指能夠透過雨量計、鋼索檢知器、地聲檢知器及紅外線攝影機等設備，確實掌握土石崩塌或掏空之前的狀況。若這些地區土石移動的狀況達到行動值時，則立即疏散民眾並封橋或封路。但接觸型監測系統因為建置與維護的成本高，故目前使用的區域較少，維護也不太方便，只適合測量小範圍的土石位移現象。若要監測整片山丘的土石是否有位移的現象，則必須廣為設置，耗費成本極高，故可能性較低。另一方面，由於我國的山丘較為陡峭，土石流的路徑較短，一旦發生土石位移後，最長也只有五分鐘的時間可以疏散民眾並封橋或封路，應變時間相當不足。以橋樑的監測系統為例，從橋墩位移的監測值達到行動值，並要完成封橋作業，總費時約一小時。若土石崩塌之前除了封橋封路之外，得必須疏散民眾，其作業時間長達數小時以上，故接觸型監測系統的應變時間根本不足。故目前若要發布土石流警戒時，主要以非接觸型監測系統為主，接觸型監測系統只是輔助工具，較少利用於土石崩塌或掏空等預警系統上。

非接觸型監測系統，即考量雨量因子，並透過統計的方式計算該區域歷次土石崩落

或路基塌陷時的雨量值，再依據這些統計資料，訂定土石流警戒基準值。若雨量超過土石流警戒基準值時，則代表土石流可能發生，就必須執行疏散居民及封橋與封路等決策。非接觸型監測系統的優點為應變時間較長，但缺點也就是準確性仍不足。目前我國多採用非接觸型監測系統，但在雨量觀測站的部分，雖然水土保持局以集水區為單位量測該流域的雨量，但中央氣象局的雨量觀測站不足，許多鄉鎮根本就沒有雨量觀測站，只能委由各村里的志工進行回報機制，但成效不彰。各村里志工的回報機制，也就是透過簡易的雨量站，讓當地的居民透過簡訊的方式向水土保持局回報即時雨量資訊，但志工人數不足，若無資料只能依賴鄰近鄉鎮的雨量統計。但山區各處的雨量值差異卻相當大，故從別的鄉鎮觀測之雨量，並沒有辦法確實反映當地實際的降雨量。另外，由於部分地區的降雨量是由當地志工觀測後進行回報，並沒有辦法強制要求志工觀測每小時降雨量，故我國針對土石流潛勢區域，僅考量累計雨量的資料，並沒有將降雨強度的資訊考量在內，這些則為目前我國使用非接觸式監測系統的困難之處。

現今負責預警系統的單位包含中央氣象局與行政院農業委員會水土保持局等單位。依據行政院農業委員會所頒布的「土石流防災疏散避難作業規定」，以集水區為土石流警戒區發布單元，警戒值模式以累積雨量為研判模式。土石流警戒區之發布，即依據颱風或豪雨開始降雨的不同階段，分別設定黃色警戒與紅色警戒，分別敘述如下：

- 一、黃色警戒：即中央氣象局發布該區域的預測雨量值，將大於土石流警戒基準值。無論是否已經開始降雨，行政院農業委員會水土保持局將依據中央氣象局的預測資料，發布該地區的黃色警戒，即二級土石流警戒區，並通知地方政府，請地方政府進行疏散避難勸告。
- 二、紅色警戒：即中央氣象局觀測到的實際降雨量，已經超過土石流警戒基準值時，則由農業委員會水土保持局發布該地區的紅色警戒，即一級土石流警戒區，並通知地方政府，請地方政府強制疏散，並於疏散完畢後進行封橋與封路等措施。

### 3.3.3 橋樑監測預警系統之機制

橋樑依據不同的負責單位，有不同的負責單位與預警發布的機制。透過橋樑偵測之方式，觀察橋樑是否有明顯位移，並即時發布封橋警戒。但由於全台灣的橋樑多達兩萬多座，並沒有辦法在所有的橋樑上均設置偵測設備，因此橋樑之觀測多為相關人員前往

勘查。透過人員目視的結果，或是通過橋樑的駕駛人或行人之通報，檢視其危險程度而封橋。有些縣市有編列預算在橋樑監測與預警系統上，例如新竹市政府和國立中央大學合作，若橋樑的位移計顯示有安全疑慮時，則立即於橋墩兩端有警告訊息告知欲通過之車輛與行人，市政府人員再派人來檢視是否必須封橋，但大多數縣市均只有少數的橋樑有安裝相關監測儀器。此外，有些橋樑多半位於偏遠地區或山區，人員前往不易，根本就無法立即封橋，亦無法避免行經的車輛或人員生命與財產上的損失。

橋樑斷裂預警資訊可分為河川因素與即時橋樑偵測兩部分。河川因素即因河川的水位高漲，造成橋樑無法承受河流沖刷力道而斷裂。河川水位高漲的原因，可追溯至與降雨量過大或降雨強度較強等因素，故必須觀測河川水位與降雨量等資訊。即時監測則是透過橋樑偵測設備或河川水文流向，了解橋樑目前是否有明顯位移。若有明顯位移者，則公路養護單位必須立即採取封橋等措施。以即時橋樑偵測而言，河川管理人員首先會觀察水面的流向，也就是並非以直線的方式往下游流，而是以折線的方式流動時，則必須開始注意。當水的流向反而往上游移動，代表橋墩有位移的狀況。另外，橋墩將裝設蛇籠，從蛇籠的毀損狀況可發現，當局部破損時，代表河川流動的力量相當大，甚至蛇籠可能嚴重毀損。若蛇籠無法包圍橋墩而隨著河水往下游流時，代表橋墩已經有傾斜或沉陷的現象，應採取封橋之措施。其偵測器若有偵測到以下之情形，則必須採取對應的措施：

- 一、當偵測器測得橋墩遭到淘刷裸露，沉箱裸露深度高達橋墩地基二分之一，或混凝土橋墩裸露深度高達橋墩地基五分之一時，則進入警戒狀態。
- 二、當沉箱裸露深度高達橋墩地基三分之二，或混凝土橋墩裸露深度高達地基五分之二時，則採取交通管制措施。
- 三、當變位計、傾斜計或沉陷計的監測值達到行動值時，則必須執行緊急封橋措施。

根據以上透過儀器或人員觀察之方式，以公路總局及臺灣鐵路局等單位所負責的橋樑為例，彙整橋樑斷裂預警系統的機制，以及相關步驟與措施，如下所示：

- 一、首先監測系統發出警告訊息，工務段派員勘查。主要透過人為監測，並配合監測儀器，了解目前橋墩毀損狀況。
- 二、若毀損情形將會影響橋樑安全時，工務段將目前狀況依照災害通報系統通報相關單位，同時進行第一階段封橋作業。第一階段封橋作業即使用塑膠製紐澤西護欄或黃色警示帶進行初步簡易封橋，並後續通報相關單位及媒體。

三、若不立即封橋，即可能對通行車輛、駕駛人及乘客的安全造成威脅時，進行第二階段封橋作業，其作業包含吊放紐澤西護欄與相關安全措施，並進行交通維持與車輛疏導。從警戒機制開始到封橋完成，大致上全程約需耗費一小時。

### 3.3.4 其他讓乘客陷入危險等狀況預警系統之機制

針對車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況，各營運單位之間有不同的預警系統作業，分別敘述如下：

- 一、對於公路汽車客運業者而言，視風力大小而定，但沒有一套基準能說明風力必須達多少級以上才會暫停營運。資訊來源則來自於中央氣象局與各縣市政府。
- 二、對於台鐵而言，平均風力達十級風以上將會暫停營運。預警資訊來源以中央氣象局之預測值為準，並以沿線即時偵測器為輔。
- 三、對於台北捷運公司而言，則依照路線區分營運停駛或減速之標準，風力值則以目前中央氣象局針對台北地區觀測的風力值，以及未來的預測值為基準，依路線別之不同分別說明如下：

(一) 中運量木柵線：平均每 10 分鐘的風速達 6 級，或瞬間最大陣風達 10 級時，為了避免車輛被強風吹翻，由台北捷運公司宣布停駛。若兩小時內並未出現超過 10 級瞬間最大陣風，且 10 分鐘內未出現超過平均風速 6 級的標準，則復駛之。

(二) 高運量淡水線高架段與平面段：平均每 10 分鐘的風速達 10 級，或瞬間最大陣風達 11 級時，為了避免車輛被強風吹翻，由台北捷運公司宣布停駛。若兩小時內並未出現超過 11 級的瞬間最大陣風，且 10 分鐘內未出現超過平均風速 10 級的標準，則復駛之。

(三) 其他地下段路線則視情況調整班距但不停駛。

(四) 貓空纜車平均每 3 秒鐘的風力達 7 級以上，或瞬間最大陣風達 8 級以上者，則停駛之。

(五) 除了風力因素之外，若路線上被偵測器感應出有障礙物在軌道上，無論是樹枝或是招牌等物品，台北捷運均暫停營運，並排除其狀況後再復駛。

- 四、對於高雄捷運公司而言，則依照路線區分其營運停駛或減速之標準，風力值則以目前中央氣象局針對高雄地區觀測的風力值，以及未來的預測值為基準，依路線別之不同分別說明如下：

(一) 高架段與平面段路線：平均每 10 分鐘的風速達 8 級時，為了避免車輛被強風

吹翻，由高雄捷運公司宣布減速行駛。若平均每 10 分鐘的風力達 10 級以上者，則由高雄捷運公司宣布停駛。

(二) 其他地下段路線則視情況調整班距但不停駛。

(三) 除了風力因素之外，若路線上被偵測器感應出有障礙物在軌道上，無論是樹枝或是招牌等物品，高雄捷運均暫停營運，並排除其狀況後再復駛。

五、對於台灣高速鐵路公司而言，當風速未達每秒 20 公尺，但在颱風警報或豪雨特報發布期間時，列車減速慢行；當風速達每秒 20 至 25 公尺(約為八至九級風)時，則沿線派員巡檢；當風速達每秒 25 至 30 公尺(約為十至十一級風)時，則將行車速限降至時速 120 公里；當風速達每秒 30 公尺(十一級風)以上時，則台灣高速鐵路公司立即宣布停駛。台灣高速鐵路公司在路線上設有地震計、侵入偵測器、地滑偵測器、落石偵測器、風速計、雨量計，以及洪水計等設備，這些資訊將即時更新，並傳遞至高鐵行控中心。其中以風速計與侵入偵測器和風力因子相關，也就是高鐵公司有一套偵測的設備測量沿線狀況。

### 3.4 大眾運輸潛在危險預警系統之資訊處理流程

從 3.3 節內容之整理，可得知目前我國政府在大眾運輸的安全可能遭受災害威脅前的預警系統制度。本節則著重於預警系統發布所必須蒐集的原始資訊與處理經過，並了解這些資訊的來源、內容、頻率及應用，最後則以表格彙整之。

#### 3.4.1 淹水預警系統之資訊處理流程

##### 一、外水與水庫洩洪預警系統

河川或海水暴漲時的水位快速上升。在水位高度超過堤防前，政府為了保護河岸或海岸旁的居民與用路人生命財產上的安全，故由中央氣象局、行政院經濟部水利署、當地流域的水庫管理局，及各縣市政府共同合作，提供預警機制給民眾能夠事先了解目前的狀況。其中水利署下屬十個河川局，分別各自管理其所屬的河川流域與海岸線。目前十個河川局單位當中，以淡水河流域與濁水溪流域有設置水情中心綜合水庫水位及河川水位等水情資訊，其觀測水情資訊系統架構最為完整。以第十河川局(淡水河流域)為例，各單位負責的監測資訊分別說明如下：

(一) 中央氣象局所提供的資訊包含颱風即時動態、即時雨量，以及各式氣象雲圖(包

含雷達回波圖與衛星雲圖等)。

- (二) 水利署第十河川局則提供淡水河流域的即時雨量、水位及影像監控資訊等。
- (三) 員山子分洪管理中心提供員山子分洪道與攔河堰即時水位和影像監控資訊。
- (四) 北區水資源局則負責提供石門水庫運轉現況，以及上游集水區之雨量、水位與影像資訊。
- (五) 翡翠水庫管理局則提供翡翠水庫運轉現況、上游集水區之雨量，以及水位與影像資訊。

中央氣象局、河川局及水庫管理局等單位的資訊以無線電、衛星、微波及專線等方式，統合傳輸至自動化即時水情資料蒐集與檢核系統，以保持資訊暢通。這系統目前由行政院經濟部水利署淡水河流域防洪指揮中心所管理，這些資訊都是定時傳送至系統，並轉入至資料庫彙整。系統將以這些資料為基礎，將淡水河流域區分為 16 個集水分區，預報淡水河流域各支流 6 小時內每個小時的水位與流量，並進行石門水庫及翡翠水庫集水區入流量預報，與員山子分洪道的分洪量預測系統。水利署儲存這些豪雨及颱風事件預報結果，未來可進行預報分析與參數調整。最後輸出的資料包含以下四項：

- (一) 氣象展示：颱風軌跡圖、衛星雲圖、累積雨量圖、分區與全區雷達回波圖等，以目前觀測的資料為主。
- (二) 水情展示：雨量／水位／抽水站分布圖、雨量組織圖、水位／抽水站歷線圖、逐時雨量與水位表，以及抽水站即時影像等。
- (三) 水庫展示：包含大壩的現況、水庫歷線圖、水庫運轉規線圖，以及水庫逐時水位／流量表等。
- (四) 洪水預報展示：水位線與實測比較圖、水位流量率曲線圖、全流域水位／流量縱波圖、16 分區的平均雨量圖表、河口天文潮位預測圖，與河口的橫斷面與水位流量圖等。

這些即時監測的資訊，彙整至經濟部水利署淡水河流域防洪指揮中心，透過處理監測資訊之步驟，得到河川水位、水庫水位及雨量等未來預測值，並將即時資訊與預測值資訊輸出至中央防災應變中心、經濟部水利署、台北市政府、新北市政府、基隆市政府及其他相關作業單位做為參考依據。中央及各縣市政府將決策傳達給媒體單位，由媒體單位告知民眾目前政府單位之決策。因此對於大眾運輸業者而言，並沒有直接管道立即得知政府進行封橋、封路或危險預警等決策資訊，必須由大眾運輸業者主動至各縣市政

府、水利署及中央氣象局等網站才能得知目前道路封閉或危險預警之狀況。危險災害之防範分秒必爭，以海嘯為例，並非每次地震引起的海嘯距離台灣都很遠，故資訊若未整合至大眾運輸業者，大眾運輸業者將無法即時反應與決策，這將使得大眾運輸工具與乘客陷入危險之境。

自原始資料蒐集、水利單位處理資料並輸出、水利單位發布預警訊息，以及各政府單位的措施等資訊的輸入、處理、負責單位、頻率及輸出等內容之整理，如表 3.1 所示。

## 二、內水預警系統

雨量站資訊由中央氣象局觀測，並將這些資訊傳遞給水利署。水利署若發現觀測雨量達警戒值時，發布對應的預警警訊，並將資訊傳遞給該縣市與相關的鄉鎮市區公所。由各地縣市政府與鄉鎮市區公所決定是否要採取疏散居民、封路或封橋等措施。中央及地方政府將依照中央氣象局目前觀測與未來預測之雨量值，配合潛勢預測圖，即時封閉道路與橋樑，並視狀況疏散當地居民。各地縣市政府與鄉鎮市區公所之決策則是透過媒體傳達給民眾，和外水預警系統流程類似，並沒有直接管道告知大眾運輸業者未來可能發生的狀況。自原始資料蒐集、水利單位處理資料並輸出資訊，及各政府單位的措施等資訊的輸入、處理、負責單位、頻率及輸出等內容之整理，如表 3.2 所示。內水與外水預警系統資訊流程圖，則如圖 3.3 所示。

表 3.1 淹水預警系統(外水)資訊輸入及輸出概況

第一階段 原始資訊輸入狀況				
資訊輸入	觀測或預測	負責單位	頻率	用途
各雨量站之雨量計	即時降雨量	中央氣象局	每 10 分鐘	河川及水庫之水位預測
衛星空照	氣象雲圖、雷達回波圖及颱風動態	中央氣象局	每 30 分鐘	未來降雨範圍、強度及雨量預測
各測站之海象觀測站	潮汐與海象觀測	中央氣象局、水利署、觀光局、內政部及工業局	每小時	河川水位及可能淹水範圍之預測
河川觀測站	河川水位	經濟部水利署負責該河川流域之河川局	每小時	警戒水位判斷及未來 6 小時內每小時的水位預測
水庫水位觀測站	水庫水位	各水庫管理局	每小時	預測未來水庫水位及判斷洩洪後下游河川水位
第二階段 原始資訊經處理後輸出狀況				
目前降雨量及各種氣象圖	降雨量預測	中央氣象局	每 12 小時 (颱風警報期間每 3 小時更新一次)	提供各水利單位進行河川及水庫水位等預測
降雨量預測及目前河川流量觀測	河川流量與水位之預測	經濟部水利署各河川局或水情中心	未超過警戒水位則於每日 9、12 及 17 時	發布警訊或各水庫管理局進行洩洪準備
降雨量預測及目前水庫水位觀測	水庫水位之預測	各水庫管理局或水情中心	發布；超過警戒水位則每 4 小時發布一次	各水庫管理局進行洩洪準備
降雨量預測、海水潮汐水位及月相	潮汐預測	中央氣象局	每 12 小時	河川水位及各縣市政府對於沿海鄉鎮市區之預警

表 3.1(續) 淹水預警系統(外水)資訊輸入及輸出概況

第三階段 水利單位依現有資訊發布的措施				
水庫水位現況及預測、降雨量預測、下游河川水位現況及預測	水庫洩洪措施	各水庫管理局	—	告知下游民眾、縣市政府及河川局可能的潛在危險
各河川水位預測	警戒水位預警	負責該流域的河川局	—	告知各政府單位目前水位的危險狀況
第四階段 各政府機關得到上述資訊後所採取的措施與發布				
包含以上原始觀測、預測及水利單位發布的警戒等資訊	疏散民眾措施	各縣市政府	—	告知民眾目前該區域有淹水可能，故應提前疏散
	封路、封橋	各縣市政府、公路總局或高速公路局	—	告知民眾目前該道路有危險之虞，故不可通行

表 3.2 淹水預警系統(內水)資訊輸入及輸出概況

第一階段 原始資訊輸入狀況				
資訊輸入	觀測或預測	負責單位	頻率	用途
各雨量站之雨量計	即時降雨量	中央氣象局	每 10 分鐘	河川及水庫之水位預測
衛星空照	氣象雲圖、雷達回波圖及颱風動態	中央氣象局	每 30 分鐘	未來降雨範圍、強度及雨量預測
第二階段 原始資訊經處理後輸出狀況				
目前降雨量及各種氣象圖	降雨量預測	中央氣象局	每 12 小時 (颱風警報期間每 3 小時更新一次)	預測各單位未來降雨量，並提供政府機關參考

表 3.2(續) 淹水預警系統(內水)資訊輸入及輸出概況

第三階段 各政府機關得到上述資訊後所採取的措施與發布				
包含以上原始觀測、預測、水利單位發布的警戒及淹水潛勢圖等資訊	疏散民眾措施	各縣市政府	—	告知民眾目前該區域有淹水可能，故應提前疏散
	封路、封橋	各縣市政府、公路總局或高速公路局	—	告知民眾目前該道路有危險之虞，故不可通行

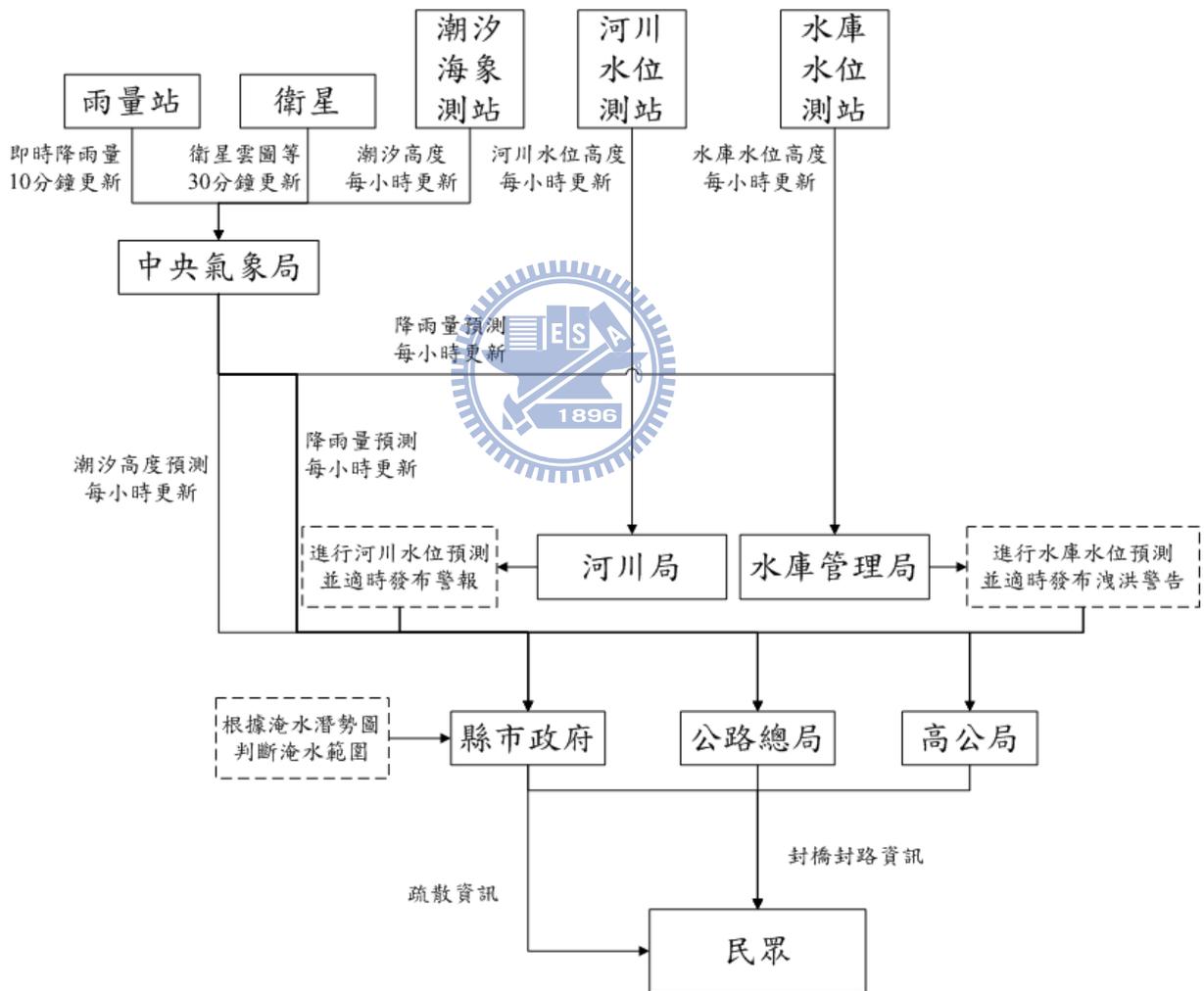


圖 3.3 淹水預警系統資訊處理流程圖

### 3.4.2 土石崩塌或路基塌陷預警系統之資訊處理流程

目前認為土石崩落或路基塌陷的發生條件，即包含能夠崩塌的土石量夠多、坡度夠大，以及位於順向坡等長期潛勢因子。先調查目前可能發生土石流的潛勢溪流包含哪些，再加上雨量過多等短期因子，訂定各區域的土石流警戒基準值。若降雨量大於該值，則發布土石流警戒，並疏散土石流潛勢溪流的附近居民，並採取封橋或封路等措施。發布預警資訊由行政院農委會水土保持局負責，其依據的資料來自於中央氣象局的預測與實際降雨觀測，執行封橋、封路的單位則是各縣市地方政府與公路總局等機關。其流程則分別敘述如下：

- 一、土石流觀測站的四種主要儀器(量計、鋼索檢知器、地聲檢知器及紅外線攝影機)，將透過衛星將資訊傳達給水土保持局的土石流災害應變系統，自動雨量站並每十分鐘和土石流災害應變系統回報雨量，由水土保持局負責統整與分析。
- 二、藉由這些土石流警戒分析，水土保持局有權力發布土石流警戒區。並透過傳真或電話通報中央災害應變中心、縣市災害應變中心，及鄉鎮災害應變中心。水土保持局並透過手機簡訊與語音廣播等方式，聯絡村長、里長及當地土石流防災專員。
- 三、中央災害應變中心可指揮縣市災害應變中心，縣市災害應變中心可指揮鄉鎮災害應變中心，鄉鎮災害應變中心可指揮村里長與土石流防災專員。中央、縣市與鄉鎮災害應變中心可透過媒體協助傳達訊息，必要時當地應疏散居民，並執行封橋或封路等措施。各階層的災害應變中心並和當地村里長合作，針對警戒區附近民眾進行勸離，必要時則強制撤離。

自原始資料蒐集、氣象局處理資料並輸出、水土保持局發布預警訊息，及各政府單位的措施等資訊的輸入、處理、負責單位、頻率及輸出等內容之整理，如表 3.3 及圖 3.4 所示。

表 3.3 土石崩塌或掏空預警系統資訊輸入及輸出概況

第一階段 原始資訊輸入狀況				
資訊輸入	觀測或預測	負責單位	頻率	用途
各雨量站之雨量計	即時降雨量	中央氣象局	每 10 分鐘	觀察目前降雨量對土石崩塌的可能影響
		各地志工回報	不定期	
衛星空照	氣象雲圖、雷達回波圖及颱風動態	中央氣象局	每 30 分鐘	未來降雨範圍、強度及雨量預測
第二階段 原始資訊經處理後輸出狀況				
目前降雨量及各種氣象圖	降雨量預測	中央氣象局	每 12 小時 (颱風警報期間每 3 小時更新一次)	提供水土保持局發布土石流警戒參考
第三階段 水土保持局依現有資訊發布的措施				
目前降雨量、未來降雨及各處土石流偵測狀況	發布土石流預警資訊	行政院農委會水土保持局	—	發布警戒資訊告知下游民眾、縣市政府及河川局可能的潛在危險
第四階段 各政府機關得到上述資訊後所採取的措施與發布				
包含以上原始觀測、預測及水利單位發布的警戒等資訊	疏散民眾措施	各縣市政府	—	告知民眾目前該區域有淹水可能，故應提前疏散
	封路、封橋	各縣市政府、公路總局或高速公路局	—	告知民眾目前該道路有危險之虞，故不可通行

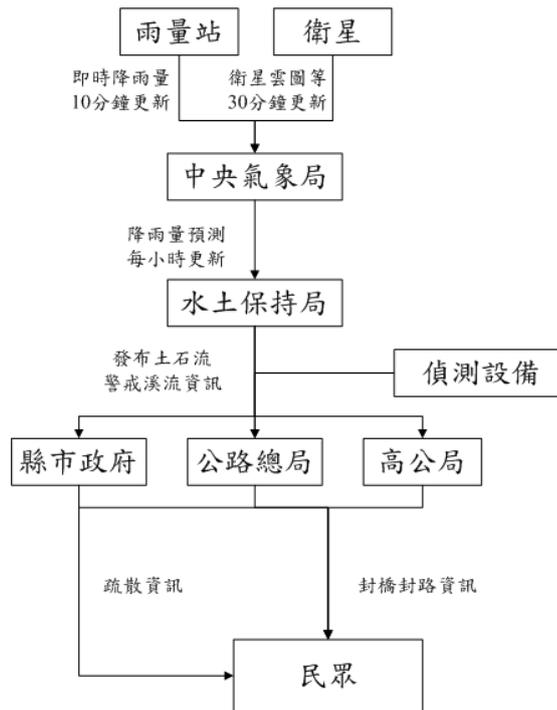


圖 3.4 土石崩落或路基塌陷預警系統資訊處理流程圖

### 3.4.3 橋樑斷裂預警系統之資訊處理流程

負責相關業務的現場人員，必須以電話通報的方式跟工務段聯繫，即所屬各機關或機構在得知所轄發生重大災害或有可能性時，應迅速查證後通知部長、次長等人員與單位。傳真通報則由工務段於一小時內，以傳真方式傳送「公路災害、搶通報告表」與「交通部災害通報表」，其傳遞資訊的單位如下：

- 一、工務局養護工程處：負責災害路況的資料上傳、報導與輸入於電話答錄機等工作。
- 二、交通部公路總局養路組救災中心：由公路總局公關科發布消息。
- 三、告知交通部路政司。
- 四、告知交通部交通動員委員會。
- 五、告知警廣路況中心，並委由警廣宣傳封橋資訊。

自原始資料蒐集、氣象局處理資料並輸出，及各政府橋樑負責單位所採取的因應措施等資訊的輸入、處理、負責單位、頻率及輸出等內容之整理，如表 3.4 及圖 3.5 所示。

表 3.4 橋樑斷裂預警系統資訊輸入及輸出概況

第一階段 原始資訊輸入狀況				
資訊輸入	觀測或預測	負責單位	頻率	用途
各雨量站之雨量計	即時降雨量	中央氣象局	每 10 分鐘	河川水位預測
衛星空照	氣象雲圖、雷達回波圖及颱風動態	中央氣象局	每 30 分鐘	未來降雨範圍、強度及雨量預測
河川觀測站	河川水位	經濟部水利署負責該河川流域之河川局	每小時	警戒水位判斷及未來 6 小時內每小時的水位預測
第二階段 原始資訊經處理後輸出狀況				
目前降雨量及各種氣象圖	降雨量預測	中央氣象局	每 12 小時 (颱風警報期間每 3 小時更新一次)	提供各水利單位進行河川水位等預測
降雨量預測及目前河川流量觀測	河川流量與水位之預測	經濟部水利署各河川局或水情中心	未超過警戒水位則於每日 9、12 及 17 時發布；超過警戒水位則每 4 小時發布一次	了解未來橋樑受河川流量之衝擊力量是否能負荷
第三階段 橋樑管理單位依現有資訊發布的措施				
包含以上原始觀測、預測及即時橋樑位移觀測	封路、封橋	各縣市政府、公路總局或高速公路局	—	告知民眾目前橋樑有危險之虞，故不可通行

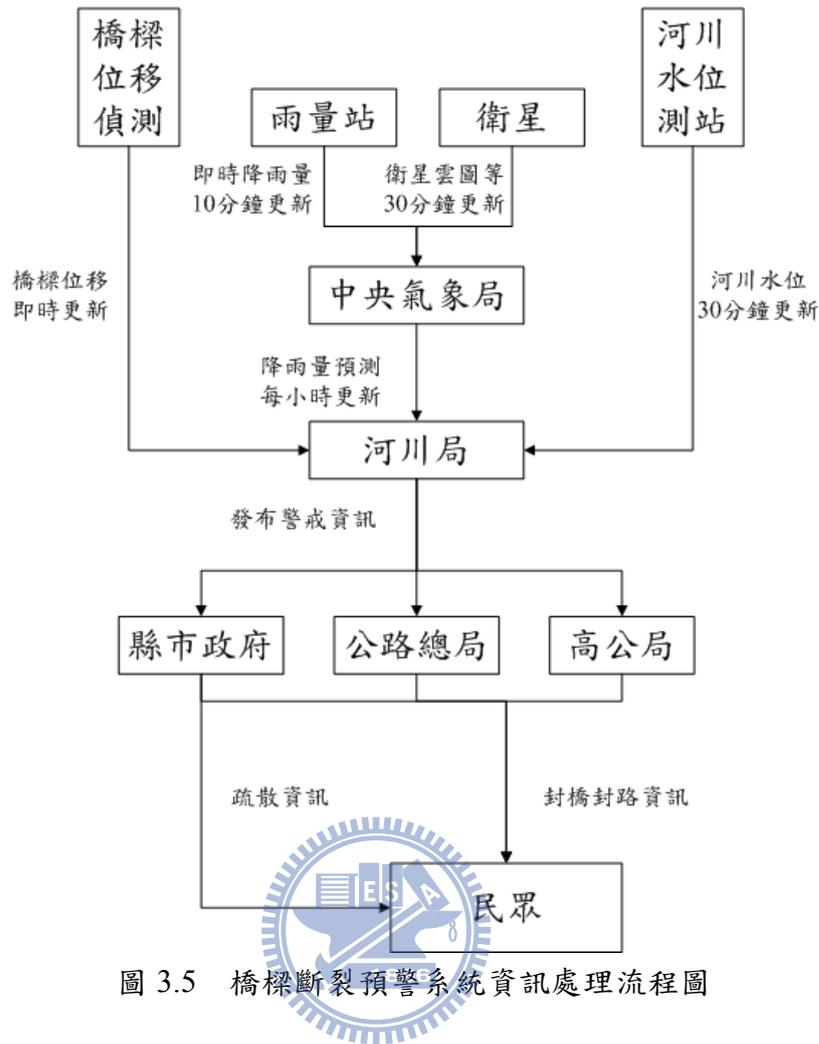


圖 3.5 橋樑斷裂預警系統資訊處理流程圖

### 3.4.4 其他讓乘客陷入危險等狀況之預警資訊處理流程

目前各大眾運輸業者，對於其他讓乘客陷入危險等狀況，因子已於 3.1 節呈述，多以風力造成車輛翻覆、物品墜落及車輛臨近海岸被海浪捲走為主。對於各種不同的單位而言，其標準與因應的措施均有不同。以公路汽車客運業而言，由於道路管轄單位與公路汽車客運業相異，於路側沒有裝設偵測器，故預警相關資料的來源均源自於中央氣象局的即時資訊與預測，以及各政府機關之公告等。透過這些資訊，公路汽車客運業者則決定是否採取停駛或減班等措施。以臺鐵、客運及捷運公司而言，其路權屬於該公司所有，故在沿線均有設置監測設備。其預警系統的資訊來源，不僅包含行駛路線旁的監測設備，另外仍有中央氣象局的支援。畢竟即使有監測設備，軌道相關企業也沒有更多的人力及設備進行雨量及風力等預測，故預測的部分由中央氣象局提供，監測的部分則自行負責。最後的決策則由業者根據這些資訊決定是否要採取應對措施。

自原始資料蒐集、氣象局處理資料並輸出，及各大眾運輸營運單位的措施等資訊的輸入、處理、負責單位、頻率及輸出等內容之整理，如表 3.5 及圖 3.6 所示。

表 3.5 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警系統資訊輸入及輸出概況

第一階段 原始資訊輸入狀況				
資訊輸入	觀測或預測	負責單位	頻率	用途
氣象站之風速計	風力大小	中央氣象局	隨時觀測，以 10 分鐘為一個單位	河川及水庫之水位預測
衛星空照	氣象雲圖、雷達回波圖及颱風動態	中央氣象局	每 30 分鐘	未來氣壓變化、風力大小及風向預測
第二階段 原始資訊經處理後輸出狀況				
風向及風速值、及各式氣象圖	風力大小及風向預測	中央氣象局	每 12 小時 (颱風警報期間每 3 小時更新一次)	提供各大眾運輸營運單位風力大小預測資訊
第三階段 各營運單位得到上述資訊後所採取的措施與發布				
包含以上原始觀測、預測及沿線偵測設備回傳之資訊	停駛、減速或單線營運	台鐵、高鐵及捷運公司	—	即時宣布停駛等資訊
包含以上原始觀測、預測，及公路單位宣布封路等資訊	停駛或拉長班距	各客運公司	—	即時宣布停駛等資訊

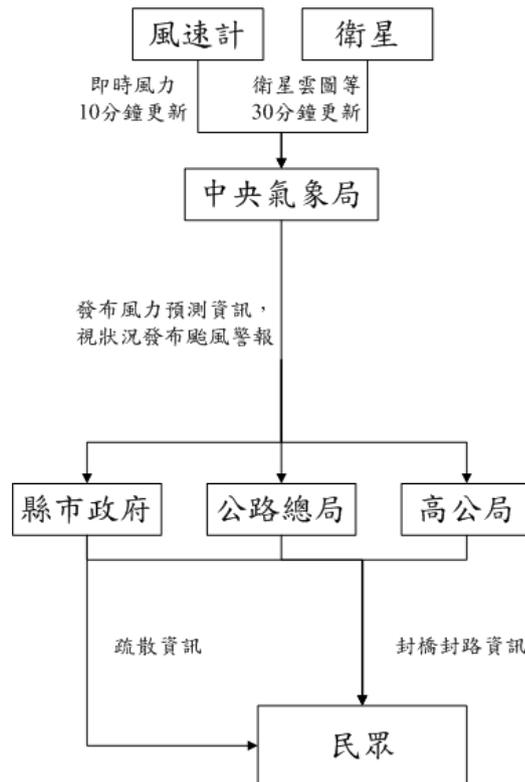


圖 3.6 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況之預警系統資訊處理流程圖



## 第四章 大眾運輸業者危險預警作業現況訪談

災害預警系統包含多項資訊的轉換及傳遞，其頻率、速度、內容及傳遞方式均攸關於預警系統的效率。故透過專家訪談法，詢問大眾運輸業者於災害預警系統扮演的角色，並了解目前預警系統的資訊流架構中，各運輸業者的資訊來源與發布過程，並如何透過這些蒐集之資訊，在災害發生前達成預警的目的。故關於大眾運輸業者如何判別可能面臨的危險狀況、如何處理及傳輸預警資訊，以及預警系統之功能是否確實達到應有的功效，為本次訪談內容之核心。

### 4.1 訪談計畫

本研究訪談計畫之目的、範圍、方式、對象、內容及問項，分別敘述如下：

#### 一、訪談目的

本研究透過文獻回顧法，彙整大眾運輸可能面臨的狀況，並了解各機關透過資訊的傳遞與處理，以達成預警目的之過程。但各機關並沒有考量大眾運輸於預警系統範圍內，偏偏大眾運輸每一輛次均載運許多乘客。若大眾運輸發生危險，將造成相當嚴重的死傷與損失，則後果不堪設想。運用文獻回顧法，僅能知道這些機關或單位彙整及發布資訊至民眾的過程，卻無法得知大眾運輸業者在預警系統中，如何獲得這些資訊，以達成預警之目的，大眾運輸業者在危險預警系統中所扮演的角色亦不清楚。故本研究進行訪談之目的，首先必須了解各大眾運輸業者面臨的可能災害包含哪些。在這些災害之下，了解大眾運輸業者面臨各項災害時，其預警的方式為何？如何達到預警的功能？需要哪些資訊去進行決策？以及整個資訊處理與傳遞的流程為何等。故本研究欲透過與運輸業者訪談之方式，勾勒各項與預警系統相關的資訊之傳遞，並繪製各政府單位與大眾運輸業者之間資訊的整體流向與架構。

#### 二、訪談內容範圍

本研究訪談對象，即針對大眾運輸業者進行訪談。訪談內容則以訪談者的公司若面臨各種可能發生的災害時，其整體的預警系統作業流程為何。包含(一)決策前所需要取得資料的種類、媒介、來源、內容及頻率等；(二)這些資訊如何達到預警之成效；(三)

經決策後資料的輸出型式、內容、對象及更新頻率等。

### 三、訪談方式

本研究之專家訪談計畫採用個別訪談法，即個別拜訪各運輸業者，從中了解其預警系統的作業方式。層次方面，可分為常規訪談法及深入訪談法兩種，本研究首先將說明本研究訪談之目的與來意，也有預設基本問題與可能回答之所有選項。針對這些基本問題，若遇到對方解釋較不清楚或訪談者的答案有特別之處時，則深入詢問其內容，故本研究採用的是半結構式訪談法。

本研究欲採用深入訪談法，除了具有深入了解作業方式優勢之外，若受訪者誤解問題或回答已經偏離主題時，則訪問者可以適時將主題拉回，避免答非所問之狀況發生。問卷內容由於將所有可能的答案均列出，若受訪者直接填答問卷，恐怕難以了解其問題真正的用意。故採用深入訪談法的方式，透過較為生動與直接的問法，讓受訪者能夠更快速地身入其境。訪問媒介方面，本研究之訪談可能時間較長，若對方時間上許可的話，則應採當面訪談法為佳，否則將採取電話訪談等方式進行。

### 四、訪談對象

針對大眾運輸業者進行訪談，依照不同運具之間面臨的狀況可能有所不同，以及蒐集資訊的內容與過程有所差異等方式分類。本研究同時蒐集鐵路及公路汽車客運，雖然軌道運輸工具的路線由自己管轄，而公路客運的路線由公路總局等單位管轄。但由於在預警系統中，鐵路客運雖然有自己的偵測設備，但仍然需要大量蒐集中央氣象局、水土保持局，以及水利署等資訊，這部分和公路汽車客運雷同，故將鐵路和公路客運放在一起，共同討論其預警資訊系統之相同處及相異處。

鐵路客運主要分為臺鐵、高鐵及捷運，雖然同為軌道運輸業，但其路線所經過的路段，以及資訊傳遞方式等方面均有所差異。例如臺鐵行經的路段包含山區、都市、海岸旁等處，故淹水、土石流、橋樑斷裂及車輛翻覆等狀況都必須考慮在內；捷運行經的路段大多為都市內，故較著重於淹水與車輛翻覆之狀況。高鐵沿路裝設風速計、雨量計，並於邊坡裝設土石位移偵測器；臺鐵則只有部分路段有裝設，故仍須仰賴許多來自於外界關於預警所需要的資訊。公路汽車客運方面，依據各業者可能面臨到不同之狀況，則分為國道客運、公路客運及市區公車。例如國道客運行駛路線多半位於國道上，道路設

計標準較高，邊坡維護狀況也較其他路段佳，遇到狀況亦有許多路段可以改道；公路客運行駛於省道，道路設計標準較國道低，並且多數公路客運必須行駛於山區的道路與橋樑，考量的狀況就包含淹水、土石崩落、橋樑斷裂及車輛翻覆等情形；市區公車主要行駛範圍則以市區道路為主，土石崩落等狀況可能不必過於憂心，主要面臨的災害為淹水。市區公車又可以分為民營市區公車及公營市區公車兩種，之間的差異在於資訊的傳遞方式。中央氣象局、水土保持局及公路總局等機關會將資訊傳遞給縣市政府，若為縣市政府管理之公車處，將可能直接得到最新資訊，而民營公車業者則必須自行蒐集資訊。依據上述分類之方式與緣由，本研究的訪談對象架構圖，如圖 4.1 所示。

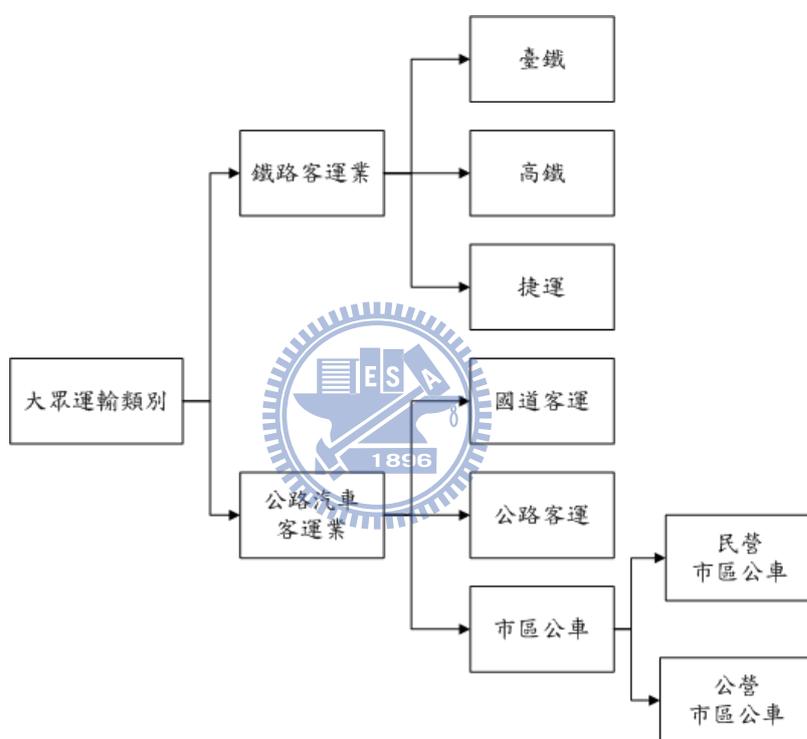


圖 4.1 訪談對象架構圖

本研究訪談之對象，如表 4.1 所示。每個組別內各家公司或機關，面臨的危險狀況及所需資訊較為相近，故以一家客運代表該組別預警資訊系統之現況。以公路客運為例，皆必須行駛於山區道路和橋樑，除了淹水與車輛翻覆之情形外，可能面臨到的狀況另外包含土石流及橋樑斷裂，故需要土石崩落及橋樑斷裂等資訊。例如桃園客運必須行駛於復興鄉、新竹客運行駛於尖石鄉及五峰鄉、花蓮客運行駛於秀林鄉、萬榮鄉及卓溪鄉等，都是水土保持局土石流潛勢溪流主要範圍，故以桃園客運代表公路客運。其餘國道客運、民營市區客運及公營市區客運亦是如此。找尋該公司或機關內最適當的人選，本研究則是先洽詢該公司或機關的上位者，其對於整個公司之運作極為了解，故請對方推薦平常

公司在整合預警資訊方面較熟悉者，做為本研究訪談的對象。透過對方推薦的方式，避免本研究找到和預警資訊系統不相關或不熟悉者，以增加研究訪談之信度。

表 4.1 訪談對象表

組別	代表公司或機關	所屬單位	職稱
臺鐵	臺灣鐵路管理局	行車保安委員會	主任
		行政處防護科	科員
高鐵	台灣高鐵	行控中心	
捷運	台北捷運	公安課	課長
國道客運	和欣客運	總經理室	主任
公路客運	桃園客運	業務經理	
民營市區公車	大都會客運	營業部調管科	專員
公營市區公車	基隆市公車處	營運室	主任

## 五、訪談問項

本訪談之問項則分為數個部分，第一部分為確認該公司所考量的危險狀況包含哪些，並確認這些影響行車安全狀況當中，該公司有針對哪些狀況已有一套機制處理之。這些影響行車安全之狀況則包含淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂，與車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況。第二部分則是針對該公司第一部分提到已有一套處理機制之危險狀況，進行更深入的訪談。若該公司只針對淹水有一套處理機制時，則僅需針對淹水訪問第二部分之問項。若有考量其他狀況時，例如車輛翻覆等，則針對不同的狀況，分別反覆詢問在該種狀況下，該公司的處理機制究竟為何。第三部分則是針對第一部分該公司有考量的危險狀況，卻沒有一套完整機制，詢問該公司為何目前沒有機制？是否有需要建立機制？該公司建立此機制的需求又為何？各部份基本問項如下所示。問卷詳細內容與預設選項，則如附錄一所示。

### 第一部分：

1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些？
2. 前述狀況中，貴公司會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置？

### 第二部分：(以淹水為例)

1. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些？
2. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部份或單位？

3. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?
4. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?
5. 貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?
6. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時, 和駕駛的互動為何?
7. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?

第三部分：

1. 目前貴公司是否會再考量更多的狀況? 為什麼?

## 4.2 訪談內容整理

### 一、臺灣鐵路管理局

訪談對象：臺灣鐵路管理局行車保安委員會 陳明銓 主任

臺灣鐵路管理局行政處防護科 高尚璋 科員

訪談地點：臺灣鐵路管理局臺北車站四樓會議室

訪談時間：西元 2011 年 04 月 12 日(星期二) 11:00 至 11:30

表 4.2 臺灣鐵路管理局訪談內容摘要

問題	臺灣鐵路管理局回覆內容
第一部分	
1. 貴局目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?	目前本局考量的潛在危險因素包含淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂與車輛翻覆等狀況。
2. 前述狀況中, 貴局會針對哪些狀況, 蒐集相關資訊, 並做必要之處置?	目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂與車輛翻覆等狀況為主, 以便進行相關之處置。
第二部分：淹水	
3. 貴局判別淹水危險所依據的資訊包含哪些?	包含即時雨量、雨量預估值、淹水潛勢圖、沿線監視設備及人力巡查等。

表 4.2(續) 臺灣鐵路管理局訪談內容摘要

<p>4. 貴局取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>即時雨量與雨量預估值均來自於中央氣象局。雨量預估值與水利署的淹水潛勢圖相互配合之下，透過 GIS 將圖層疊在一起，即能了解可能淹水之區域。另外，臺鐵也有透過沿線的監視設備與定時派人巡查淹水的狀況。</p>
<p>5. 貴局取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>中央氣象局的資料都是從網站取得，淹水潛勢圖則是事先即能得到的資訊，而並非災害發生前才會得到。沿途淹水狀況則是由相關人員回報給車站，再由車站視狀況通報給調度總所。</p>
<p>6. 貴局是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>中央氣象局的資訊都是臺鐵主動去更新。淹水潛勢圖則是臺鐵向水利署索取。監視設備則透過即時影像傳遞給災害應變中心，人員巡查也是定期自動回傳消息給車站，再由車站視狀況通報調度總所。</p>
<p>7. 所以貴局是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>本局設有調度總所，於災害發生前與發生時，亦設有災害應變中心。這些資訊均為即時更新。</p>
<p>8. 貴局根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>調度總所視情況判定應該停駛或減速，並將資訊透過發布行車命令的方式告知車站人員目前的狀況。透過行車命令，告知各車站的人員，必須和哪些車次的列車長及駕駛轉達目前的行駛狀況，與前方可能面臨的危險，此為車站本位制。</p>
<p>9. 貴局又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>對內透過簡訊告知臺鐵主管即時訊息，對外則透過車站資訊顯示系統、臺鐵網站等方式告知。若有民眾打電話至各地服務台詢問時，則由車站服務人員告知目前的行駛狀況。臺鐵內部也會有新聞聯絡室，請媒體傳遞相關訊息給民眾。決策後的資訊必須通報給交通部。</p>

表 4.2(續) 臺灣鐵路管理局訪談內容摘要

第三階段：土石崩落或路基塌陷	
10. 貴局判別土石崩落或路基塌陷危險所依據的資訊包含哪些?	臺鐵蒐集土石流潛勢溪流警報資訊，以及沿線監視設備的畫面。由於臺鐵認為發生土石崩落的機率較低，且鐵路沿線範圍過長，故沒有安裝即時偵測器於沿線邊坡。
11. 貴局取得這些資訊來自於哪個部門或單位?	土石流潛勢溪流為農委會水土保持局所發布的資訊，故由該單位取得。沿線監視畫面則由各地的監視設備回傳即時畫面。
12. 貴局取得這些資訊的媒介為何?	土石流潛勢溪流警戒資訊於網站上取得，沿線監視畫面則以電路傳遞至車站，由車站人員以電話等方式視狀況通報調度總所。
13. 貴局是以主動還是被動的方式取得這些資訊?	中央氣象局的資訊都是臺鐵主動去更新。即時影像則主動傳遞至災害應變中心，人員巡查也是定期自動通報消息給車站，再由車站視狀況通報調度總所。
第四階段：橋樑斷裂	
14. 貴局判別橋樑斷裂危險所依據的資訊包含哪些?	河川水位與預測水位之資訊，以及臺鐵於十三座主要橋樑上裝設監測設備，也會派工程單位人員到場巡查。
15. 貴局取得這些資訊來自於哪個部門或單位?	河川水位與預測水位由水利署提供，監測設備亦將即時傳遞水位狀況，人員也會定期回報河川與橋樑是否有異狀。
16. 貴局取得這些資訊的媒介為何?	河川水位與預測水位來自於經濟部水利署網站，監測設備自行判斷是否有超過水位門檻。
17. 貴局是以主動還是被動的方式取得這些資訊?	水利署的資訊都是臺鐵主動去更新。監測設備偵測水位一旦超過警戒值時，才會回傳資訊到車站。人員巡查也是定期自動通報消息給車站，再由車站視狀況通報調度總所。

表 4.2(續) 臺灣鐵路管理局訪談內容摘要

<p>18. 貴局根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何？</p>	<p>當水位上升至一定高度時，橋樑兩端的號誌可能會顯示警告或險阻之訊息，用以告知駕駛橋樑可能有狀況，要減速慢行，甚至不得通過橋樑，駕駛則遵守號誌系統行駛。橋樑號誌不會通報訊息至行控中心，但會透過電路通報給離橋樑兩端最近之車站，若有較嚴重之問題，則由車站人員通報調度總所。</p>
<p>第五階段：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況</p>	
<p>19. 貴局判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況時，所依據的資訊包含哪些？</p>	<p>本局考量即時風力、風力預估與颱風警報單。</p>
<p>20. 貴局取得這些資訊來自於哪個部門或單位？</p>	<p>風力預估與颱風警報單等資訊來自於中央氣象局。即時風力則同時參考中央氣象局與沿線偵測風速計。唯風速計數量不多，若該處有風速計，則參考風速計資訊；若無風速計，則參考中央氣象局資訊。</p>
<p>21. 貴局取得這些資訊的媒介為何？</p>	<p>透過網路方式取得風力預估及颱風警報單。風速計之資料則是由電路傳遞至相鄰兩車站的電腦。</p>
<p>22. 貴局是以主動還是被動的方式取得這些資訊？</p>	<p>本局是主動向中央氣象局取得這些資訊。風速計之資料則是各測站自動回傳資訊至車站。</p>
<p>23. 所以貴局是否有設立相關單位處理這些資訊？更新這些資訊的頻率為何？</p>	<p>這些資訊都是即時更新。風速計相鄰兩車站得到風速資訊後，若風速過大有危害安全之疑慮時，則將風速資訊通報調度總所。</p>

表 4.2(續) 臺灣鐵路管理局訪談內容摘要

第六階段	
24. 由於貴局目前尚未在沿線裝設土石偵測器，未來貴公司是否會在判別土石崩落或路基塌陷這方面有更進一步的動作或考量？	本局目前針對土石崩落的部分，仍未考慮到可能發生土石崩塌路段的監測，未來希望能夠裝設偵測設備即時監測，可能在山壁上裝設網子感應是否有土石崩落，若有土石崩落觸碰至網子，則號誌立即轉換為險阻，列車不可通過。但網子若被破壞，更換的成本與時間過高，故也有意朝向使用影像辨識的方式，若畫面中的土石有位移，且被影像偵測器感應，則立即轉換號誌燈號為險阻，以避免列車通過。

## 二、台灣高鐵

訪談對象：台灣高速鐵路股份有限公司行控中心捷運公司

訪談地點：書面回覆

訪談時間：西元 2011 年 05 月 09 日(星期一)



表 4.3 台灣高鐵公司訪談內容摘要

問題	台灣高鐵公司回覆內容
第一部分	
1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些？	目前本公司考量的潛在危險因素包含淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂與車輛翻覆等。
2. 前述狀況中，貴公司會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置？	目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂與車輛翻覆為主，以便進行相關之處置。
第二部分：淹水	
3. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些？	包含即時雨量、雨量預估值及河川即時水位等。

表 4.3(續) 台灣高鐵公司訪談內容摘要

<p>4. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>雨量預估值來自於中央氣象局，即時雨量則配合中央氣象局之雨量站資料，若中央氣象局未設置雨量計之處，則台灣高鐵在沿線均有設置雨量計，以彌補雨量資訊之不足，平均約每 20 公里設置一個雨量計。河川水位計則是透過橋樑下裝設之水位計量測目前的河川水位。</p>
<p>5. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>中央氣象局的資料都是從網站取得，顯示於行控中心模擬顯示面板上。雨量計與水位計之資訊，則由行控中心設備管理員負責，透過電路傳遞的方式傳至行控中心。</p>
<p>6. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>中央氣象局的資訊都是由本公司主動去更新。沿線偵測設備則是由設備定期主動回傳資訊至行控中心。</p>
<p>7. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>本公司於高鐵桃園站外運務大樓內設有行控中心，並分為列車控制員、旅客服務控制員、時刻表控制員、設施控制員、組員運用控制員、電力控制員，以及主任控制員等。這些資訊都是隨時在更新。</p>
<p>8. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>行控中心視情況判定應該停駛或減速，並將資訊透過車站管制室告知車站工作人員之外，另外直接透過車上設備、電話及無線電等方式，和沿線工作人員、列車駕駛及列車長聯繫，以告知目前的決策情況。甚至於緊急之時刻，雨量計也有和沿線的號誌系統互相聯繫，並透過號誌系統告知列車駕駛應減速或停駛。</p>
<p>9. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>發布新聞稿於公司網站上，並由公關部告知媒體目前的決策。另外本公司在車站亦透過車站廣播及公告告知列車行駛狀況，若旅客打電話至公司服務專線時，服務人員也會告知目前的營運情形。最後資訊也會通報交通部。</p>

表 4.3(續) 台灣高鐵公司訪談內容摘要

第三階段：土石崩落或路基塌陷	
10. 貴公司判別土石崩落或路基塌陷時，所依據的資訊包含哪些？來自於哪個部門或單位？媒介為何？	本公司主要是透過沿線的邊坡偵測器，量測土石是否有位移之現象。故這些資訊來自於偵測器，並透過電路傳遞之方式傳至行控中心。
11. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊？	偵測器之資訊都是由偵測器主動回傳目前邊坡狀況給行控中心。
12. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何？	若邊坡有明顯位移之狀況，影響列車行駛之安全時，一方面透過電路傳遞之方式傳遞消息至行控中心，但可能會來不及，故主要則透過車內號誌顯示險阻之方式，告知駕駛目前前方不得通過，故應減速或停止行駛。
第四階段：橋樑斷裂	
13. 貴公司判別橋樑斷裂危險所依據的資訊包含哪些？來自於哪個部門或單位？媒介為何？	本公司於橋樑下方裝設橋樑位移及河川水位計。故這些資訊來自於偵測器，並透過電路傳遞之方式傳至行控中心。
14. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊？	偵測器之資訊都是由偵測器主動回傳目前橋樑與河川水位狀況給行控中心。
15. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何？	當水位上升至一定高度時，或橋樑有位移時，車內號誌會顯示警告或險阻之訊息，用以告知駕駛橋樑可能有狀況，要減速慢行，甚至不得通過橋樑，駕駛則依照號誌系統行駛。橋墩的河川水位計，則另外通報訊息至行控中心。
第五階段：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況	
16. 貴公司判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況時，所依據的資訊包含哪些？	本公司針對車輛可能翻覆，考量即時風力與颱風警報單等資訊。
17. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位？	即時風力則同時參考中央氣象局與沿線偵測風速計。

表 4.3(續) 台灣高鐵公司訪談內容摘要

18. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?	本公司透過網路方式取得颱風警報單。風速計之資料則是由電路傳遞至行控中心。
19. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?	本公司是主動向中央氣象局取得這些資訊。風速計之資料則是各測站自動回傳資訊至行控中心與車內號誌。這些資訊都是即時更新。
第六階段	
20. 目前貴公司並未針對河川水位之預測與土石位移之預測有一套完整的機制,均針對水位已到達警戒標準,或是土石位移已經有動靜時才有行動,未來是否會在這方面有所加強呢?	本公司目前並未考慮預測的部分,僅透過偵測的方式量測土石位移、橋樑位移及水位高度等狀況。近期本公司也沒有在這方面有要加強的動作。

### 三、捷運公司

訪談對象：台北捷運公司工安處安全課 林賢樑 課長

訪談地點：電話訪談

訪談時間：西元 2011 年 04 月 01 日(星期五) 16:40 至 17:20



表 4.4 台北捷運公司訪談內容摘要

問題	台北捷運公司回覆內容
第一部分	
1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?	目前本公司考量的潛在危險因素包含淹水、土石崩塌與車輛翻覆。
2. 前述狀況中,貴公司會針對哪些狀況,蒐集相關資訊,並做必要之處置?	目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水、土石崩落與車輛翻覆為主,以便進行相關的處置。
第二部分：淹水	
3. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些?	包含即時雨量、雨量預估值、即時與預測水位資訊,以及車站外淹水高度監測值等。

表 4.4(續) 台北捷運公司訪談內容摘要

<p>4. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>即時雨量來自於中央氣象局於台北市與新北市境內各雨量站。雨量預估值的來源則包含中央氣象局及台北市災害應變中心。主要是參考台北市災害應變中心針對市區內各處的雨量預估值，比中央氣象局以台北地區大範圍的雨量預估值更精確。水位資訊與預測值來自於行政院水利署河川局。車站外的淹水高度監測則是透過感應器等設備，裝設於入口處的樓梯口，若淹水高度高於感應器時，則將資訊傳遞給行控中心，並即時自動啟動防水閘門。另外，捷運公司也有定期派人巡查淹水狀況。</p>
<p>5. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>中央氣象局的資料都是從網站取得。捷運公司會派員在台北市災害應變中心駐守，故資料都是透過電話或傳真傳回行控中心。車站的淹水高度監測則是透過電路設備傳遞，人員巡查則是透過電話或傳真告知行控中心目前的狀況。</p>
<p>6. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>中央氣象局的資訊都是捷運公司主動去更新。災害應變中心的資訊則是由駐守在內的同仁直接回傳行控中心。車站內的資訊則是設備自動監測，自動通報訊息給行控中心，人員巡查也是定期自動通報訊息給行控中心。</p>
<p>7. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>本公司設有行控中心，這些資訊分別在牆壁上佔用分割畫面，所以可以隨時監控各項資訊。巡查人員則是每 1 至 3 小時回報一次。</p>
<p>8. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>行控中心視情況判定應該停駛或減速，並將資訊透過無線電直接告訴駕駛。中運量系統沒有駕駛，則直接發送訊號傳遞到列車上，列車依指示停駛或減速行駛，視需要以無線電通知站務員協助疏散旅客。</p>

表 4.4(續) 台北捷運公司訪談內容摘要

<p>9. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>車站內透過廣播系統與站內資訊顯示系統告知旅客目前的最新狀況，並透過網站公告的方式告知乘客。捷運公司必須向台北市災害應變中心傳遞訊息，並發布新聞稿。另外若打電話至客服中心或 1999 市民專線時，則以電話告知乘客最新資訊。以上資訊都是以立即的速度更新。</p>
<p>第三部分：土石崩落或路基塌陷</p>	
<p>10. 貴公司判別土石崩落或路基塌陷危險時，所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>捷運公司並沒有判別土石崩落或路基塌陷的危險預警機制，也沒有蒐集相關資訊。但捷運公司目前有在軌道上裝設偵測系統，判別是否有異物入侵軌道。另外，列車前方有排障器，可以將列車前方的障礙物排開。這些都是捷運公司裝設的設備。</p>
<p>11. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>都是透過軌道電路等方式，路線有狀況則主動傳遞資訊給行控中心與車內設備。</p>
<p>12. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>此時訊息傳遞給車內設備，設備將立即做出立即停駛之處置，若還要傳遞資訊給駕駛再做決策，則反應時間過長，易發生危險。</p>
<p>第四部分：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況</p>	
<p>13. 貴公司判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況危險所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況則考量即時風力、風力預估與颱風警報單。</p>
<p>14. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>風力預估與颱風警報單等資訊來自於中央氣象局。即時風力雖然也有參考中央氣象局的資訊，但主要仍然是以路線上的風速計即時偵測資訊為準。</p>
<p>15. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>透過網路方式取得風力預估及颱風警報單。風速計之資料則是由電路傳遞至行控中心的電腦。</p>

表 4.4(續) 台北捷運公司訪談內容摘要

<p>16. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>本公司是主動向中央氣象局取得這些資訊。風速計之資料則是各測站自動回傳資訊至行控中心。</p>
<p>17. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>行控中心都是即時更新這些資訊。行控中心得到這些資訊之後，特別是風速計測得即時風速，透過電腦計算後，可立即判斷是否應該讓列車停駛或減速。</p>
<p>18. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>此時訊息傳遞給車內設備，設備將立即做出立即停駛之處置，若還要傳遞資訊給駕駛再做決策，則反應時間過長，易發生危險。</p>
<p>第五部分</p>	
<p>19. 目前貴公司是否會再考量更多的狀況，例如判別土石崩落或路基塌陷，以及橋樑斷裂等情境呢?</p>	<p>本公司目前針對土石崩落或路基塌陷的部分，仍未考慮到可能發生土石崩塌路段的監測，例如文湖線麟光站至萬芳醫院站間，或是關渡路段等，未來希望能夠裝設偵測設備即時監測。橋樑部分目前並不太擔心，因為高架橋的橋柱相當堅固，跨河高架路段沒有在河川中央設立橋柱，故橋樑斷裂的情況並沒有考慮。</p>

#### 四、國道客運

訪談對象：和欣客運總經理室 韓洪開 主任

訪談地點：台北轉運站四樓一和欣客運辦公室

訪談時間：西元 2011 年 03 月 29 日(星期二) 15:00 至 15:20

表 4.5 國道客運業者訪談內容摘要

問題	國道客運業者回覆內容
第一部分	
1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?	目前本公司考量的潛在危險因素包含淹水與車輛翻覆。
2. 前述狀況中，貴公司會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置?	目前會蒐集資訊的狀況主要也是以淹水和車輛翻覆為主，以便進行相關的處置。
第二部分：淹水	
3. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些?	包含即時雨量、雨量預估值、封路封橋資訊，以及目前沿路上的路況等。
4. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?	即時雨量與雨量預估值來自於中央氣象局。國道高速公路局會判斷可能淹水的狀況，事前進行封橋封路時，則國道客運公司將依據高公局的資訊為準。目前沿路上的路況主要包括司機的路況回報、車內的監視設備，以及國道高速公路局的即時路況監測影像等。
5. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?	中央氣象局與國道高速公路局的資料都是從網站取得。沿路上和司機的溝通是以無線免持式手機聯絡。車內即時監視設備所拍攝的影像則透過衛星傳回公司。
6. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?	以交通部與中央氣象局的資訊而言，都是要業者自主性的去更新資訊，他們並不會提供給業者，因此本公司必須主動取得資訊。車內的監視設備是本公司主動去監測，路況回報則是雙方互動，主要為司機主動回報居多。

表 4.5(續) 國道客運業者訪談內容摘要

<p>7. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>本公司設有行控中心, 全天候二十四小時都會監控車內的設備、和司機保持聯繫, 以及主動蒐集中央氣象局與高公局的資料。網路上的資料以每小時更新一次為主, 車內監視設備與司機的聯繫則隨時進行。</p>
<p>8. 先前提到貴公司針對高速公路相關狀況會蒐集高公局的資訊, 那市區道路的資訊來源為何?</p>	<p>本公司針對市區道路的狀況, 則以場站的人員回報為主, 包含回報雨勢等狀況, 甚至依經驗法則判斷車輛是否從下交流道至場站這段路將受淹水影響。本公司並沒有主動蒐集各地縣市政府封路或封橋的資訊。</p>
<p>9. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時, 和駕駛的互動為何?</p>	<p>本公司基於服務旅客的使命, 除非整個高速公路與省道、縣道等道路均無法通過, 否則本公司將改道行駛。故行控中心判定有危險之後, 會主動聯絡駕駛, 請駕駛依據行控中心的指示改道行駛。但會視降雨大小減班。</p>
<p>10. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>以每小時更新一次資訊的頻率, 透過網站公告的方式告知乘客。另外若乘客打電話至客服中心時, 則以電話告知乘客最新資訊。站內也會透過廣播與資訊顯示器告知最新資訊。</p>
<p>第三部分：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況</p>	
<p>11. 貴公司判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況危險所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況則考量即時風力、風力預估與颱風警報單, 其他資訊蒐集項目、更新頻率、來源、媒介及通知乘客的過程和淹水狀況一致。</p>
<p>12. 貴公司的風力預估值、風力觀測值, 及颱風警報單的來源、媒介與更新頻率為何?</p>	<p>這些資訊均來自於中央氣象局, 其媒介是透過網路, 由公司行控中心主動上網查詢資訊。更新資訊則為每小時一次。</p>

表 4.5(續) 國道客運業者訪談內容摘要

<p>13. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>若風力過強以致於車輛可能翻覆時，本公司會宣布停駛，後續班次均不發車。並以無線免持式手機和駕駛聯繫，請駕駛減速慢行，並小心路上可能發生之狀況。</p>
<p>第四部分</p>	
<p>14. 目前貴公司是否會再考量更多的狀況，例如土石崩塌或路基塌陷，以及橋樑斷裂等情境呢?</p>	<p>雖然目前高速公路沿線發生土石崩塌或路基塌陷，以及橋樑斷裂等狀況的機率很小，但下交流道後在市區仍可能發生。目前國道客運業者並沒有辦法了解這些關於土石崩塌或橋樑可能斷裂的資訊，故希望未來若有機會，則政府應該要主動提供這些淹水、土石崩落或路基塌陷、橋樑斷裂及車輛翻覆等狀況的資訊，給客運業者做決策判斷之用途。</p>



## 五、公路客運

訪談對象：桃園汽車客運股份有限公司 李亞雄 經理

訪談地點：桃園客運總站三樓辦公室

訪談時間：西元 2011 年 04 月 18 日(星期一) 16:40 至 17:15

表 4.6 公路客運業者訪談內容摘要

問題	公路客運業者回覆內容
<p>第一部分</p>	
<p>1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?</p>	<p>目前本公司考量的潛在危險因素包含淹水、土石崩塌或路基塌陷，以及車輛翻覆等狀況。</p>
<p>2. 前述狀況中，貴公司會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置?</p>	<p>目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水、土石崩落或路基塌陷，以及車輛翻覆為主，以便進行相關的處置。</p>
<p>第二部分：淹水</p>	
<p>3. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>包含即時雨量、雨量預估值、沿途路況及停班停課消息。</p>

表 4.6(續) 公路客運業者訪談內容摘要

<p>4. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>即時雨量與雨量預估值來自於中央氣象局，沿途路況則來自於司機的回報，停班停課訊息則由桃園縣政府提供。</p>
<p>5. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>中央氣象局的資料都是從網站取得。沿途狀況則由司機透過無線免持式手機回報訊息。停班停課訊息則透過傳真接收。</p>
<p>6. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>中央氣象局的資訊都是由本公司同仁主動去更新。沿途狀況則由司機視狀況回報給場站，再由場站回報資訊給總公司。停班停課訊息則由縣政府提供給本公司。</p>
<p>7. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊? 更新這些資訊的頻率為何?</p>	<p>本公司設有緊急應變中心，這些資訊若有變更，則隨時更新之。若縣政府宣布停班停課時，則本公司為了旅客與司機的安全，將立即停駛各路線班次。</p>
<p>8. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何?</p>	<p>司機若判斷前方行車狀況不明，有可能沒辦法通過時，則應立即停靠路邊，並將狀況回報給場站，由場站再回報資訊給總公司。總公司將下達決策命令給場站，再由場站透過無線免持式手機傳遞訊息給司機，司機再告知車上旅客目前的狀況。另外，若下決策要停駛或改道時，須將訊息通報縣政府交通局及公路總局。</p>
<p>9. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>本公司透過主要車站的公告，以及桃園客運網站上公告，以告知乘客目前停駛或改道之狀況。若旅客打電話至客服中心時，則以電話告知乘客最新資訊。資訊都以立即的速度更新。</p>
<p>第三階段：土石崩路或路基塌陷</p>	
<p>10. 貴公司判別土石崩路或路基塌陷危險所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>目前本公司主要是由司機視雨量大小，來決定是否要繼續往可能發生土石崩落或路基塌陷的山區行駛。</p>

表 4.6(續) 公路客運業者訪談內容摘要

11. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?	資訊來源主要是駕駛本身的判斷與經驗。
第四階段：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況	
12. 貴公司判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況危險所依據的資訊包含哪些?	車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況則考量即時風力、風力預估、颱風警報單，以及停班停課訊息等。
13. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位?	即時風力、風力預估與颱風警報單等資訊來自於中央氣象局。停班停課訊息來自於縣政府。
14. 貴公司取得這些資訊的媒介為何?	透過網路方式取得即時風力、風力預估及颱風警報單。停班停課資訊則透過傳真獲得資訊。
15. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊?	本公司是主動向中央氣象局取得這些資訊。停班停課資訊則是由縣政府主動提供。
第五階段	
16. 目前貴公司是否會再考量更多的狀況，例如判別橋樑斷裂等情境。	本公司主要仍以安全為考量，縱使只有百分之一的機率往前行駛很危險，也絕對不貿然前進。故橋樑斷裂等狀況雖然沒有訊息來源，若司機發現不對勁時，則司機應立即停靠於路旁，並將狀況回報給場站。

## 六、民營市區公車

訪談對象：大都會客運營業部調管科 江建銘 專員

訪談地點：電話訪談

訪談時間：民國 100 年 04 月 14 日(星期四) 15:40 至 16:00

表 4.7 民營市區公車業者訪談內容摘要

問題	公司回覆內容
第一部分	
1. 貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?	目前本公司考量的潛在危險因素包含淹水與車輛翻覆。

表 4.7(續) 民營市區公車業者訪談內容摘要

<p>2. 前述狀況中，貴公司會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置？</p>	<p>目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水與車輛翻覆為主，以便進行相關的處置。</p>
<p>第二部分：淹水</p>	
<p>3. 貴公司判別淹水危險所依據的資訊包含哪些？</p>	<p>包含即時雨量、雨量預估值、電視台新聞，以及調度站與司機人員之回報。</p>
<p>4. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位？</p>	<p>即時雨量與雨量預估值來自於中央氣象局。調度站人員會視場站狀況回報給總公司，司機則是會將沿路特殊的情況回報給調度站。</p>
<p>5. 貴公司取得這些資訊的媒介為何？</p>	<p>中央氣象局的資料都是從網站取得。電視台新聞則是透過電視取得。調度站資訊回報給總公司則是透過電話或手機。司機回報資訊給調度站則是透過無線免持式手機。</p>
<p>6. 貴公司是以主動還是被動的方取得這些資訊？</p>	<p>中央氣象局的資訊都是總公司主動去更新。各場站或沿途的資訊則是有狀況才會回傳給總公司或調度站。</p>
<p>7. 所以貴公司是否有設立相關單位處理這些資訊？更新這些資訊的頻率為何？</p>	<p>本公司設有內部應變小組處理這些資訊。中央氣象局資訊每 1 小時更新一次，電視台新聞則隨時注意與更新，人員回報則是即時回報。</p>
<p>8. 貴公司根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何？</p>	<p>當總公司的內部應變小組認為某路線應該改道或停駛時，則由調度站透過無線免持式手機傳送資訊給司機，有時候有些決策直接由調度站決定即可。</p>
<p>9. 貴公司又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾？</p>	<p>本公司會透過網頁公告的方式告知訊息給民眾，若旅客打電話至客服中心詢問，則也會告知旅客目前的發車狀況。另外，公司必須回傳停駛或改道之資訊至台北市公共運輸處。</p>

表 4.7(續) 民營市區公車業者訪談內容摘要

第三階段：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況	
10. 貴公司判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險時，所依據的資訊包含哪些？	車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況則考量即時風力、風力預估與颱風警報單，以及即時回報路況。
11. 貴公司取得這些資訊來自於哪個部門或單位？	即時風力、風力預估與颱風警報單等資訊來自於中央氣象局。透過司機向調度站回報的方式得知目前的路況。
12. 貴公司取得這些資訊的媒介為何？	透過網路方式取得即時風力、風力預估及颱風警報單。司機回報資訊則是透過無線免持式手機。
13. 貴公司是以主動還是被動的方式取得這些資訊？	本公司是主動向中央氣象局取得這些資訊。司機則是發現有狀況會影響車輛行駛時，將路況回報給調度站。
第四階段	
14. 目前貴公司是否會再考量更多的狀況，例如判別土石崩落或橋樑斷裂等情境。	本公司目前遇到這些狀況的機率較低，但如果有土石崩落或橋樑斷裂之狀況時，也是市政府必須主動告知業者，否則業者根本就無法知道沿途可能有土石崩落或橋樑斷裂之危險。

#### 七、公營市區公車

訪談對象：基隆市公共汽車管理處營運室 侯鎮臺 主任

訪談地點：基隆市公共汽車管理處會議室

訪談時間：西元 2011 年 04 月 15 日(星期五) 09:55 至 10:40

表 4.8 公營市區公車訪談內容摘要

問題	公營市區公車業者回覆內容
第一部分	
1. 貴處目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些？	目前本處考量的潛在危險因素包含淹水與車輛翻覆等狀況。

表 4.8(續) 公營市區公車訪談內容摘要

<p>2. 前述狀況中，貴處會針對哪些狀況，蒐集相關資訊，並做必要之處置？</p>	<p>目前會蒐集資訊的狀況也是以淹水與車輛翻覆為主，以便進行相關的處置。</p>
<p>第二部分：淹水</p>	
<p>3. 貴處判別淹水危險所依據的資訊包含哪些？</p>	<p>包含即時雨量、雨量預估值、即時與預測水位資訊、淹水歷史紀錄，以及場站與沿途淹水的情形。</p>
<p>4. 貴處取得這些資訊來自於哪個部門或單位？</p>	<p>即時雨量與雨量預估值來自於中央氣象局。即時與預測水位資訊則來自於水利署。但這些資料均由基隆市政府的災害應變中心先行蒐集之。場站與沿途淹水的情形，以及過去淹水的狀況，則仰賴司機與場站人員的經驗判斷。</p>
<p>5. 貴處取得這些資訊的媒介為何？</p>	<p>中央氣象局和水利署的資料都是從網站取得，對方也會透過傳真的方式告知最新訊息。場站與沿途淹水之情況等資訊，則透過電話傳遞至基隆市公車處。</p>
<p>6. 貴處是以主動還是被動的方式取得這些資訊？</p>	<p>基隆市政府會得到來自於中央氣象局與水利署的資訊，並隨時自行追蹤之。場站與沿途淹水情況則由場站人員回報之。</p>
<p>7. 所以貴處是否有設立相關單位處理這些資訊？更新這些資訊的頻率為何？</p>	<p>由基隆市政府組成災害應變中心，本處處長為災害應變中心參與之一員，若政府有任何消息與決策，則能夠立即下達決策訊息至公車處。這些資訊自行隨時監控之外，政府會每小時更新一次消息發布給本處之資訊。</p>
<p>8. 貴處根據上述資訊判定有危險之虞時，和駕駛的互動為何？</p>	<p>若司機與場站人員發現現場有狀況時，則可立即進行改道或該路線停駛之決策，司機則透過無線免持式手機和場站人員告知狀況。若上級單位要求停駛等決策時，首先告知各場站目前的決策為何，並由場站人員告知司機。</p>

表 4.8(續) 公營市區公車訪談內容摘要

<p>9. 貴處又是如何將這些決策後的資訊發布給大眾?</p>	<p>主要車站則以貼公告為主。另外將發布訊息給電視台與公車處網站上。若乘客打電話至公車處詢問時，則以電話告知乘客最新資訊。以上資訊都是若有變更，立即以最快的速度更新。</p>
<p>第三階段：車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況</p>	
<p>10. 貴處判別車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況時，所依據的資訊包含哪些?</p>	<p>車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況則考量即時風力、風力預估、颱風警報單，以及沿途實際風力與掉落物狀況等。</p>
<p>11. 貴處取得這些資訊來自於哪個部門或單位?</p>	<p>即時風力、風力預估與颱風警報單等資訊來自於中央氣象局，均會由市政府災害應變中心蒐集。沿途實際風力與掉落物狀況由司機判斷。</p>
<p>12. 貴處取得這些資訊的媒介為何?</p>	<p>透過網路及傳真方式取得風力預估及颱風警報單。司機則直接透過手機傳遞訊息給場站，再由場站回報消息至公車處。</p>
<p>13. 貴處是以主動還是被動的方式取得這些資訊?</p>	<p>基隆市政府會得到來自於中央氣象局與水利署的資訊，並隨時自行追蹤之。沿途實際風力與掉落物情況，則由場站人員回報之。</p>
<p>第四階段</p>	
<p>14. 目前貴處是否會再考量更多的狀況，例如判別土石崩落或路基塌陷，以及橋樑斷裂等情境。</p>	<p>本處對於土石崩落或路基塌陷，以及橋樑斷裂等狀況，並沒有一套機制防範之。若司機在路上行駛時，發現該橋樑可能有搖晃等狀況時，則應立即離開橋樑並改道之，故只能透過司機的判斷來觀察是否有狀況發生。</p>

### 4.3 大眾運輸業者危險預警資訊系統現況整理

本研究綜整 4.2 節訪談內容，整理各大眾運輸業者在可能發生災害前的預警資訊蒐集、如何達到預警功效，以及決策後的資訊發布。本節的資訊處理流程圖中，「A→B」代表 A 傳遞資訊給 B。其中箭頭若為實線，代表 A「主動」傳遞資訊給 B；箭頭若為虛線，雖然代表 A 傳遞資訊給 B，但 B 必須透過網路等管道向 A 單位後才會獲得資訊，並非 A 單位主動給 B 單位相關資訊。

#### 一、臺鐵

臺鐵於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.2 所示。有土石崩落或路基塌陷危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.3 所示。有橋樑斷裂危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.4 所示。最後，有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.5 所示。

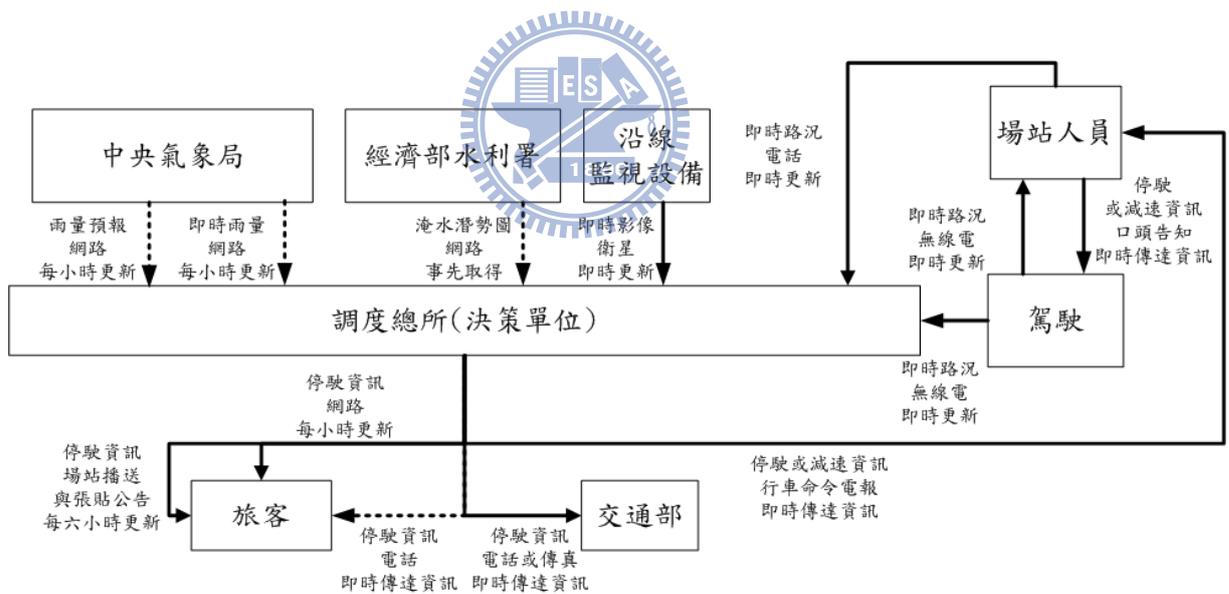


圖 4.2 臺鐵於有淹水危險前的資訊流程圖

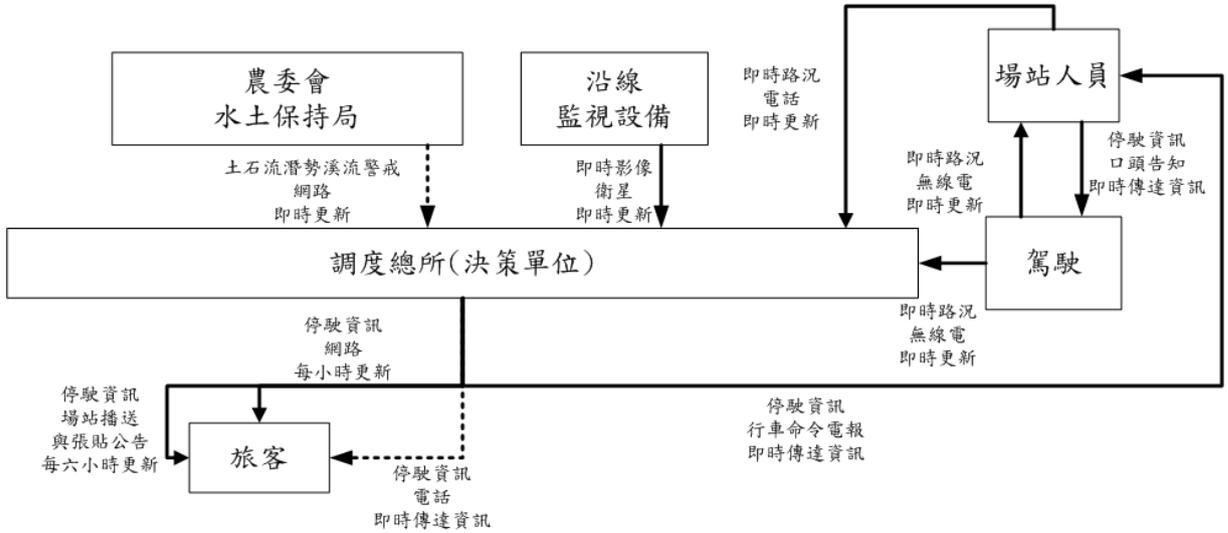


圖 4.3 臺鐵於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖

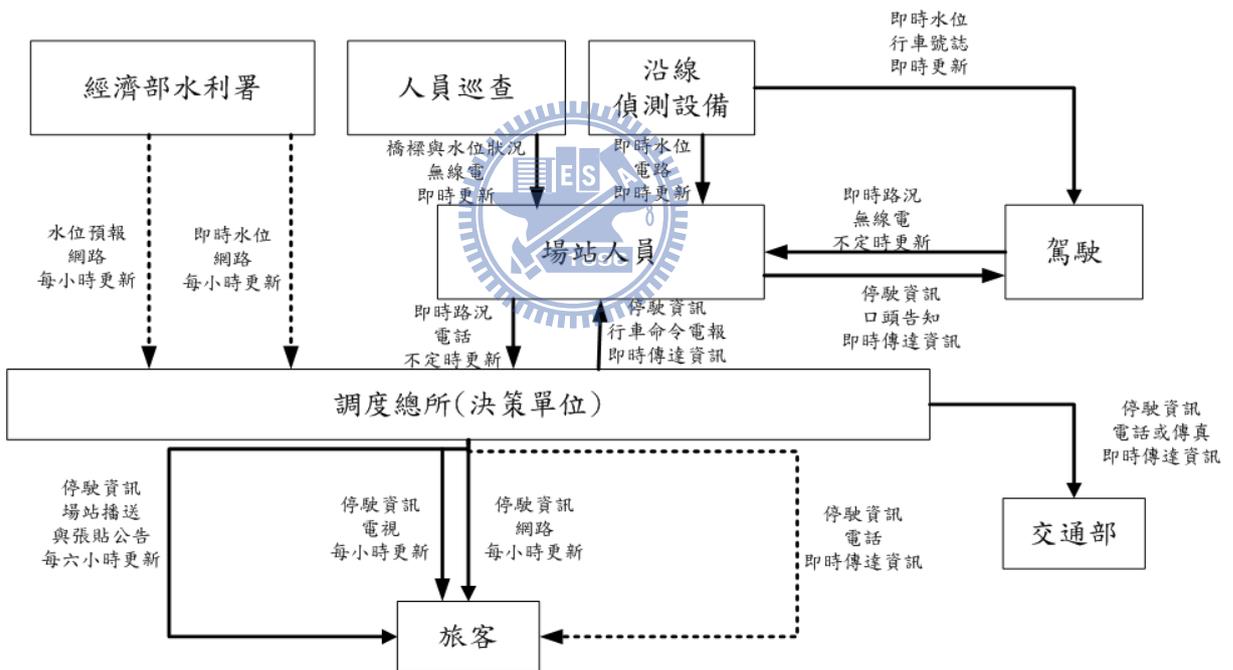


圖 4.4 臺鐵於有橋樑斷裂危險前的資訊流程圖

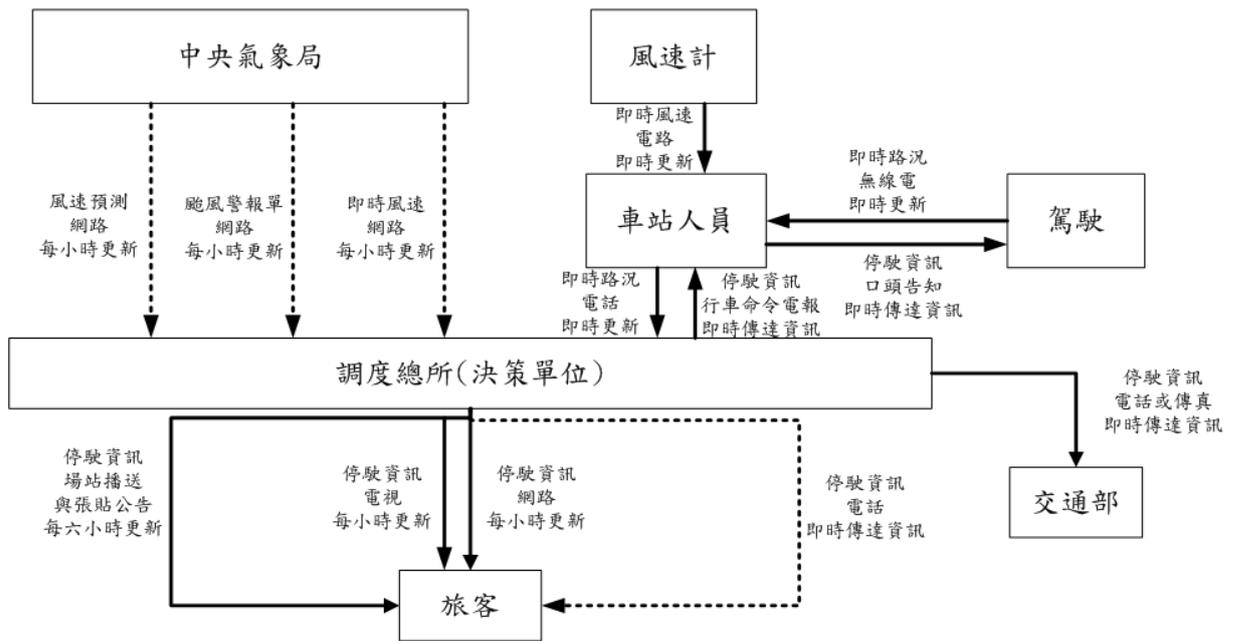


圖 4.5 臺鐵於車輛有翻覆等危險前的資訊流程圖

## 二、台灣高鐵公司

臺鐵於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.6 所示。有土石崩落或路基塌陷危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.7 所示。有橋樑斷裂危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.8 所示。最後，有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.9 所示。

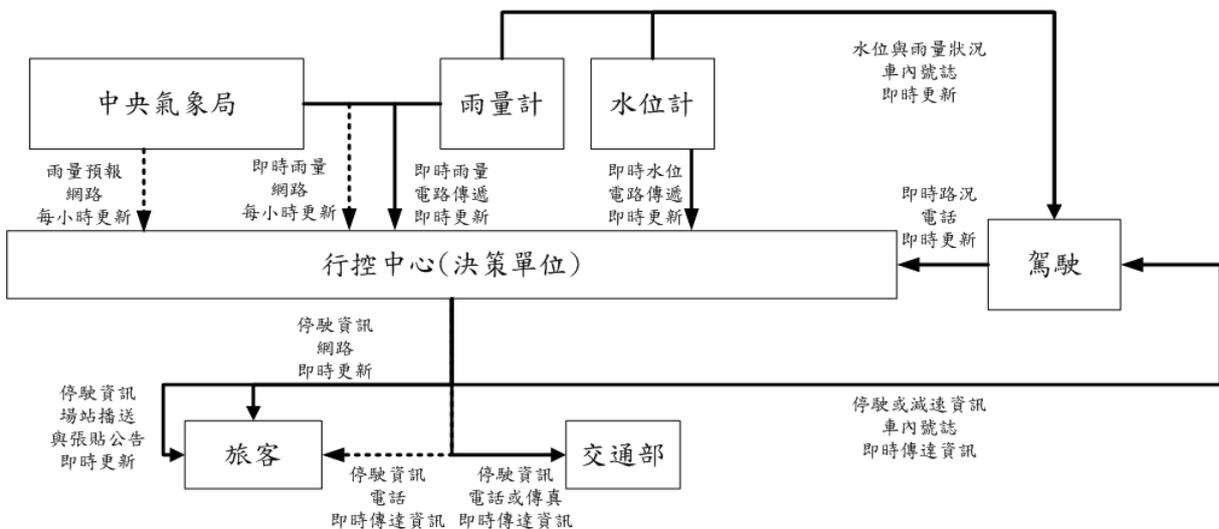


圖 4.6 台灣高鐵於有淹水危險前的資訊流程圖

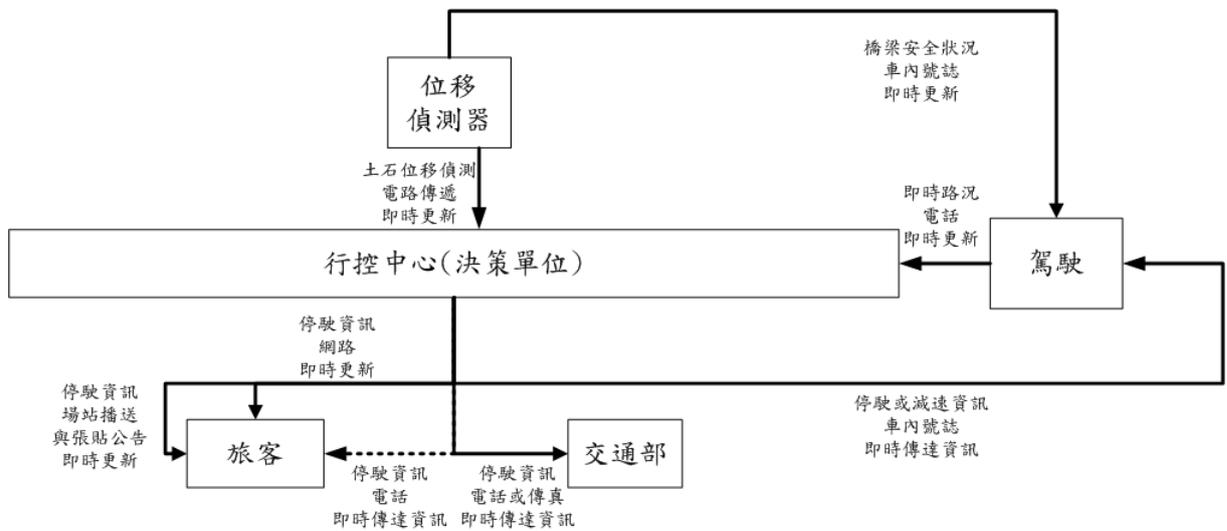


圖 4.7 台灣高鐵公司於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖

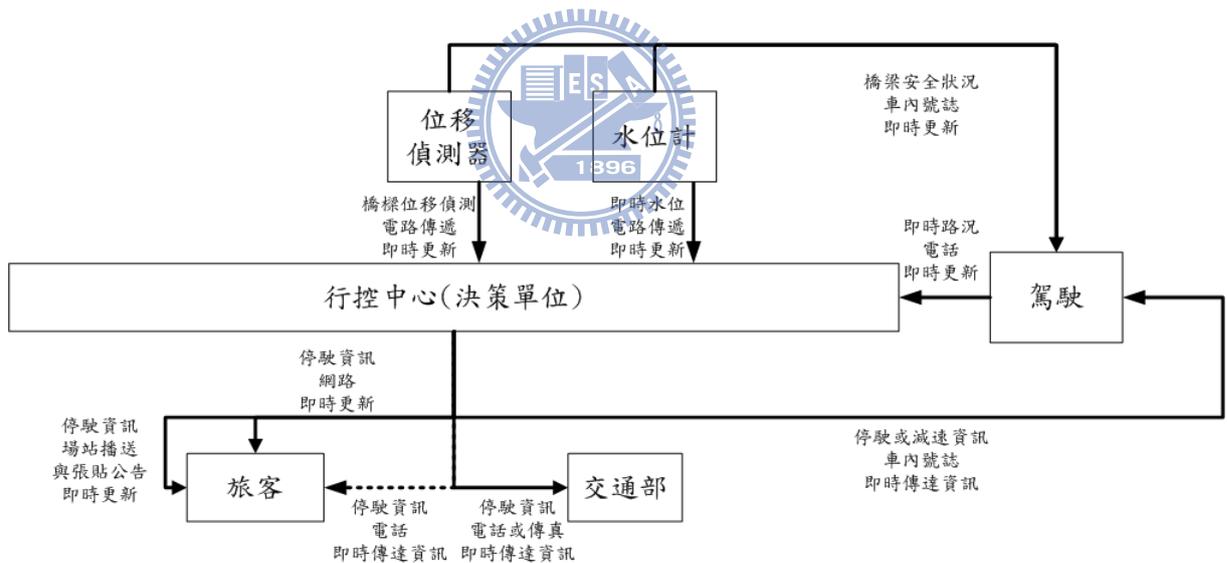


圖 4.8 台灣高鐵於有橋樑斷裂危險前的資訊流程圖

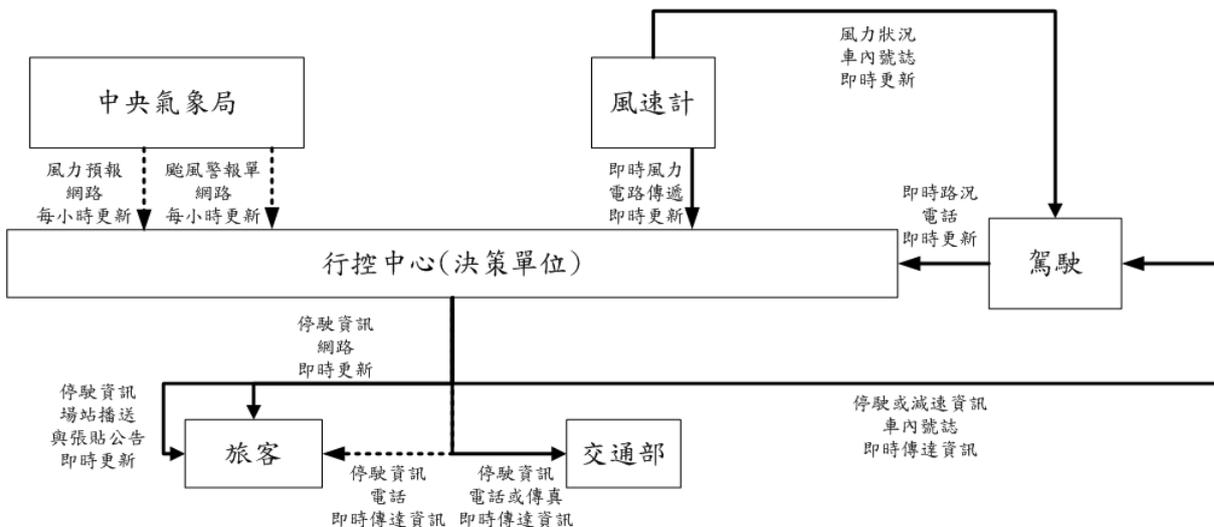


圖 4.9 台灣高鐵公司於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖

### 三、捷運公司

捷運公司於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.10 所示。有土石崩落或路基塌陷危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.11 所示。最後，有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.12 所示。

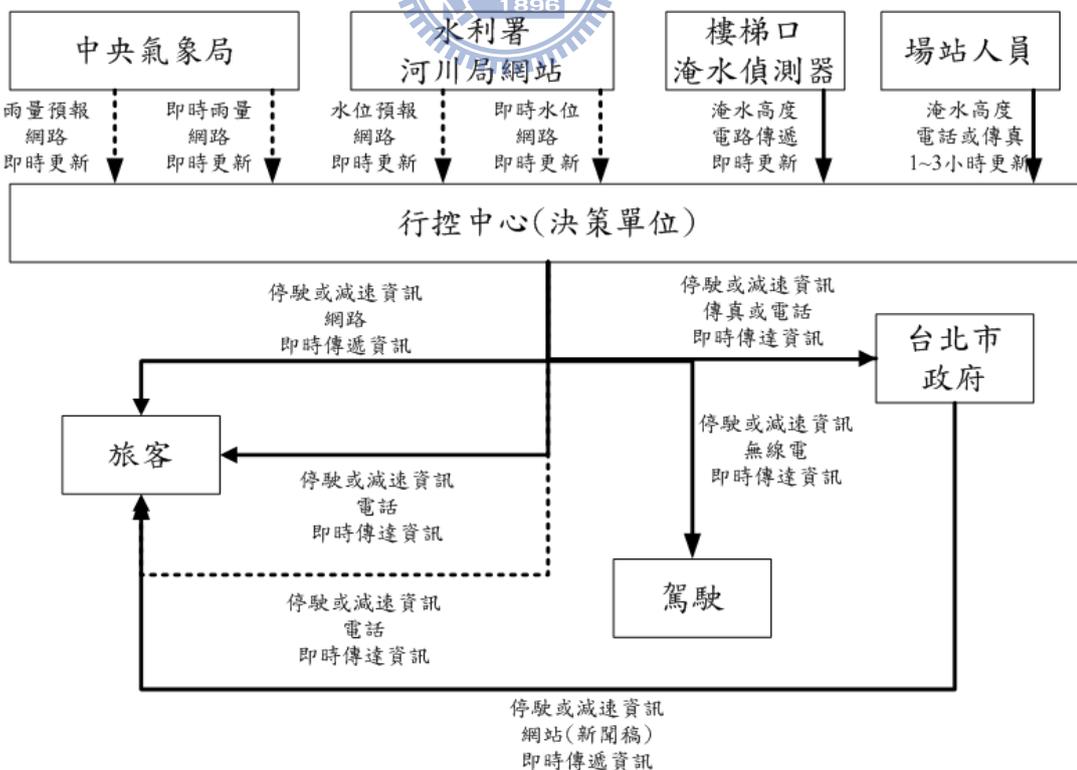


圖 4.10 捷運公司於有淹水危險前的資訊流程圖

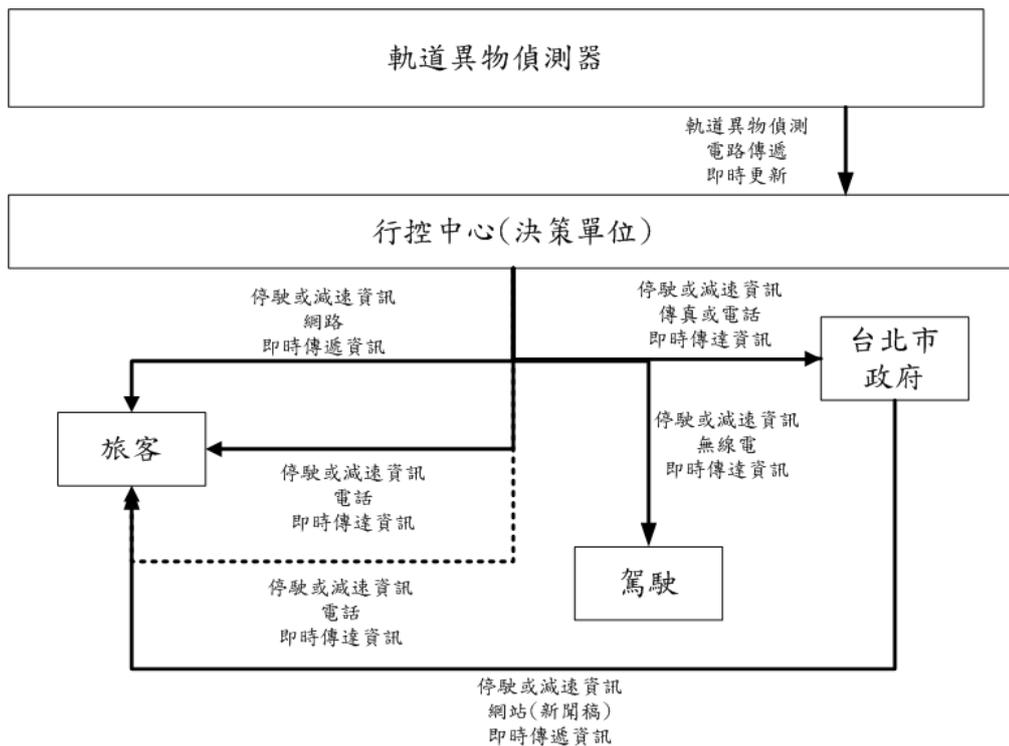


圖 4.11 捷運公司於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖

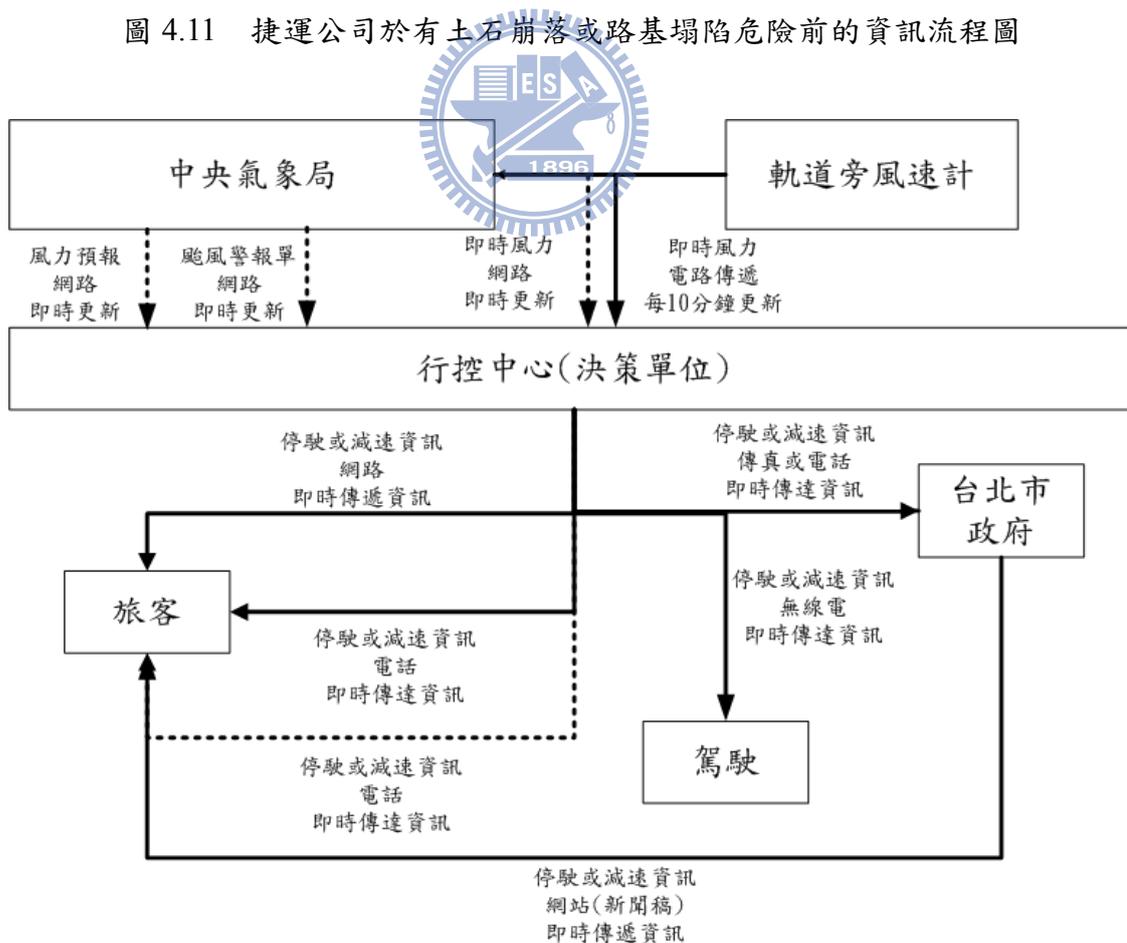


圖 4.12 捷運公司於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖

#### 四、國道客運

國道客運於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.13 所示。有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.14 所示。

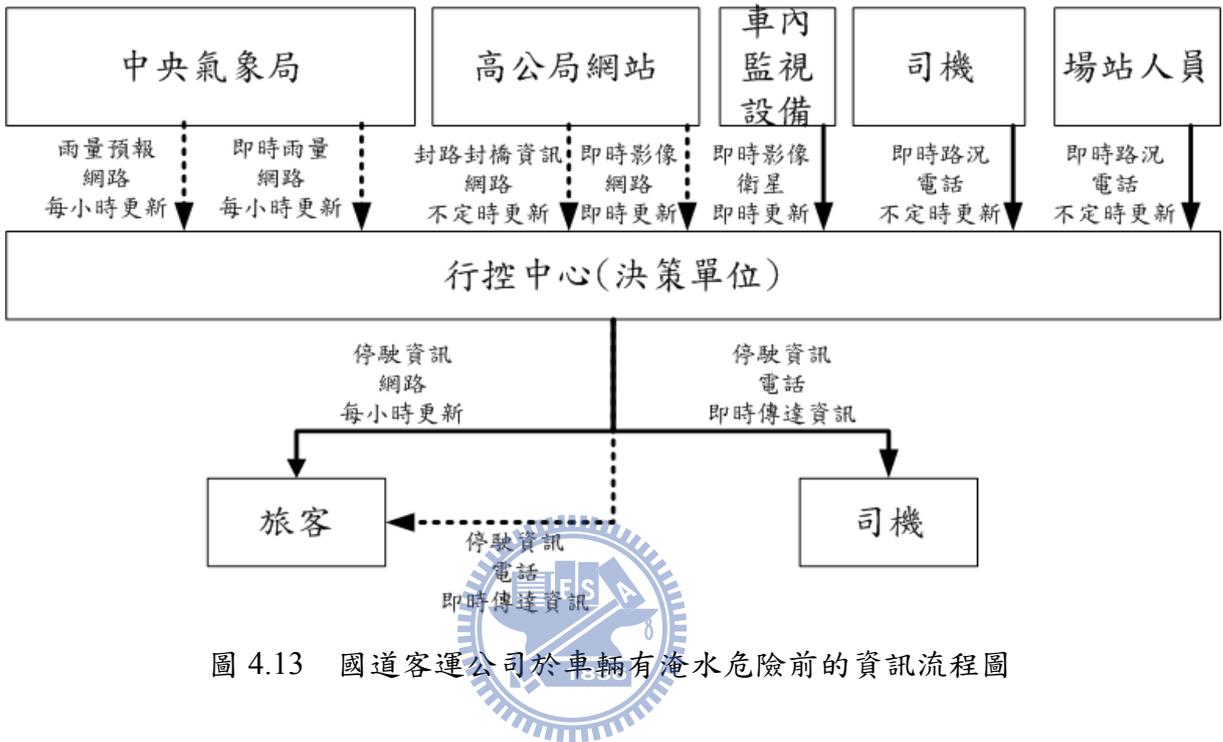


圖 4.13 國道客運公司於車輛有淹水危險前的資訊流程圖

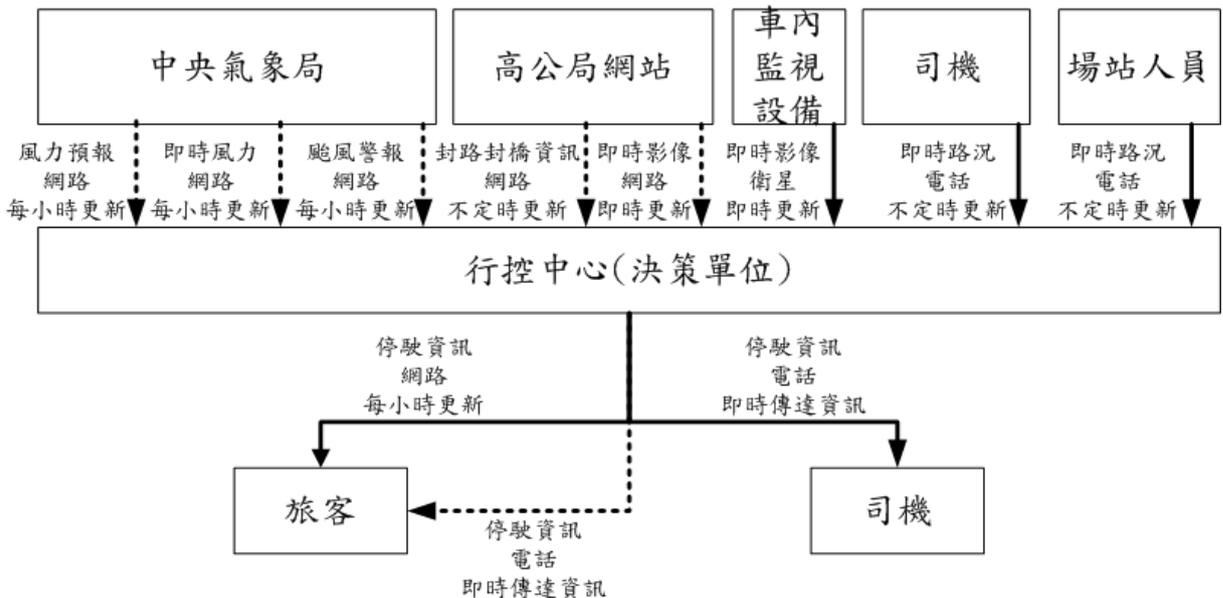


圖 4.14 國道客運公司於車輛有車輛翻覆危險前的資訊流程圖

## 五、公路客運

公路客運於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.15 所示。有土石崩落或路基塌陷危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.16 所示。最後，有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.17 所示。

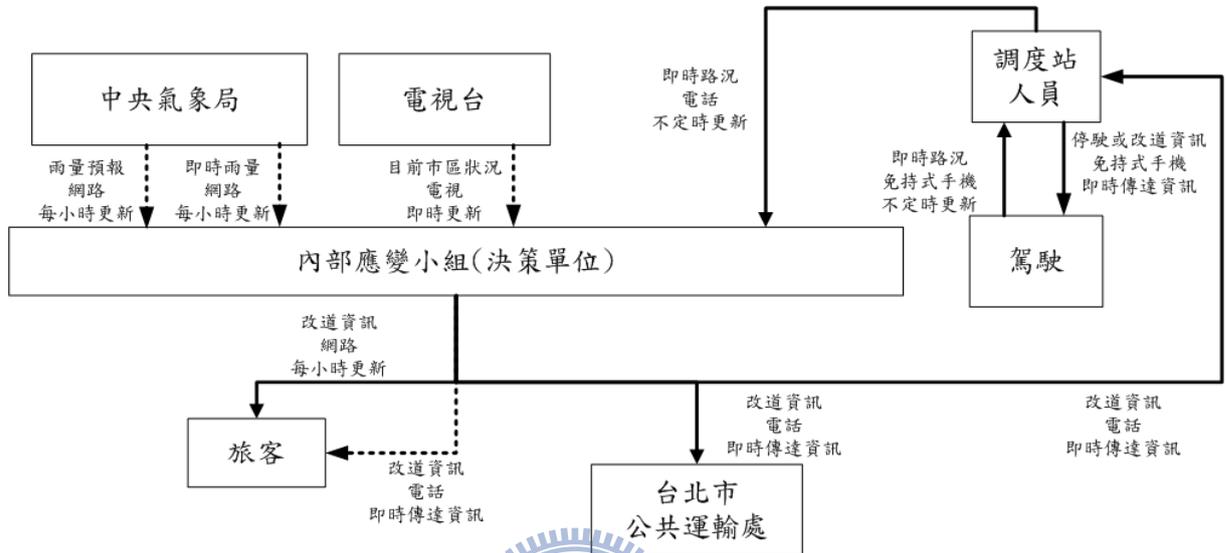


圖 4.15 公路客運於有淹水危險前的資訊流程圖

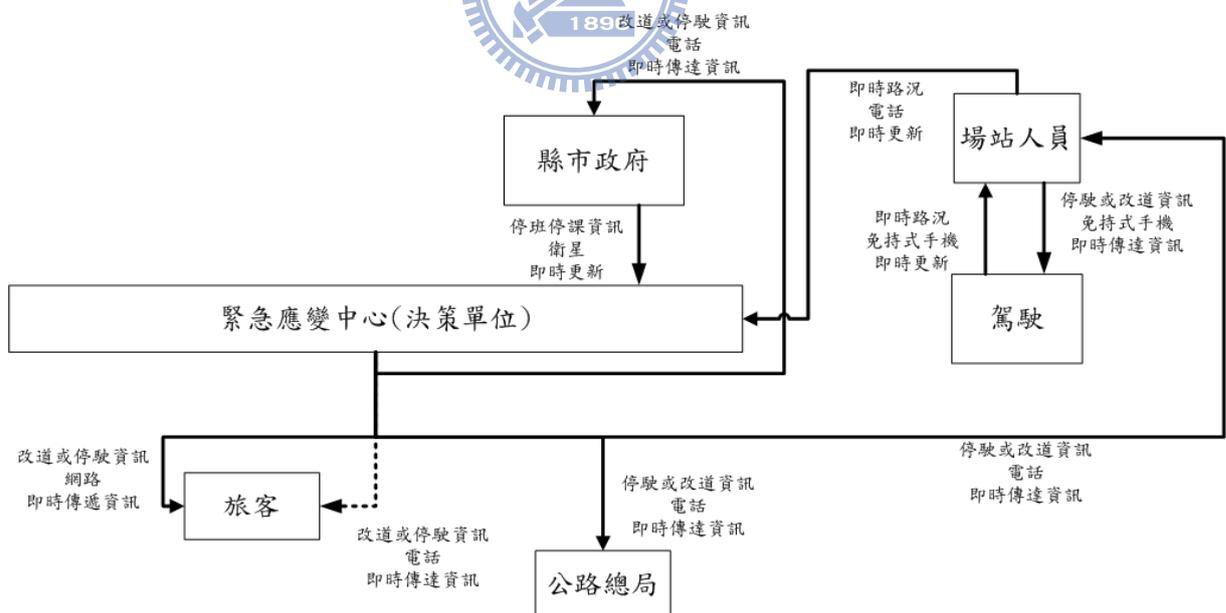


圖 4.16 公路客運於有土石崩落或路基塌陷危險前的資訊流程圖

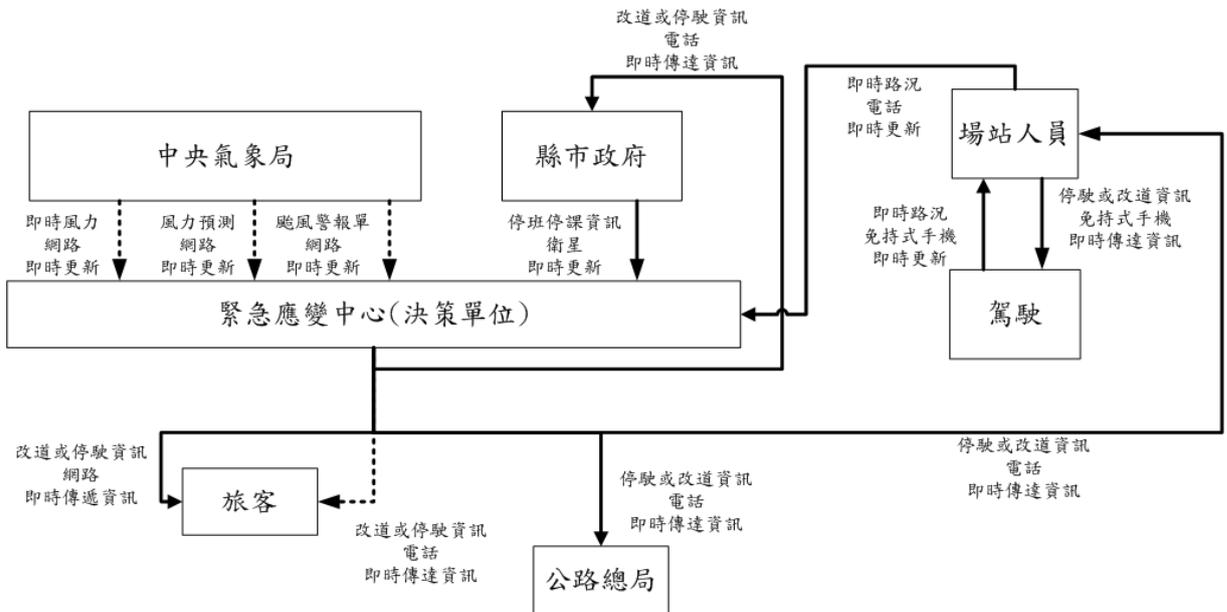


圖 4.17 公路客運於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖

## 六、民營市區公車

民營市區公車業者於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.18 所示。有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.19 所示。

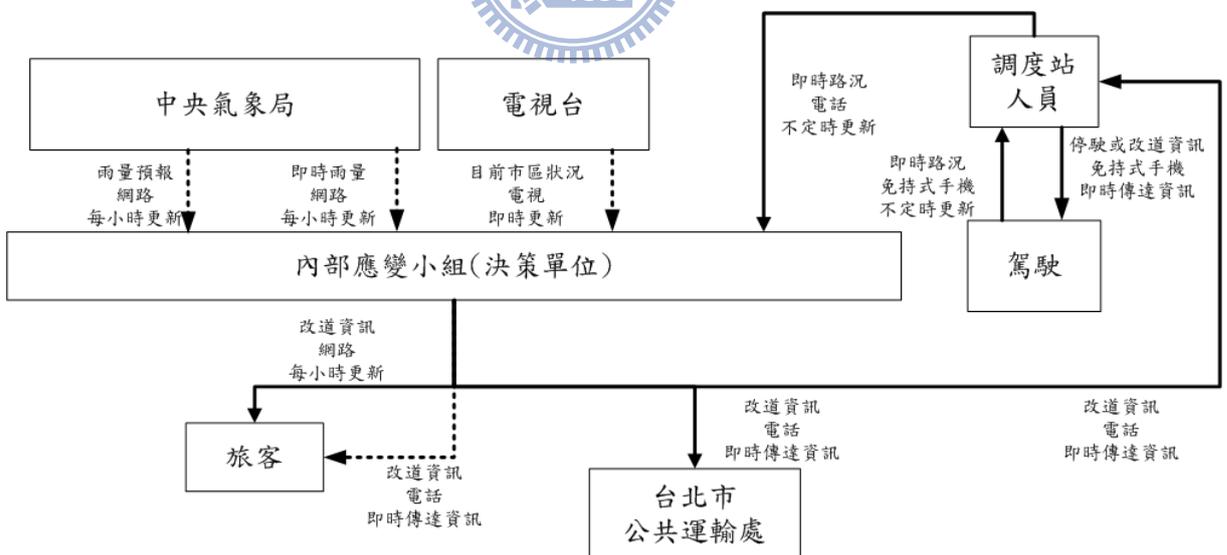


圖 4.18 民營市區公車於有淹水危險前的資訊流程圖

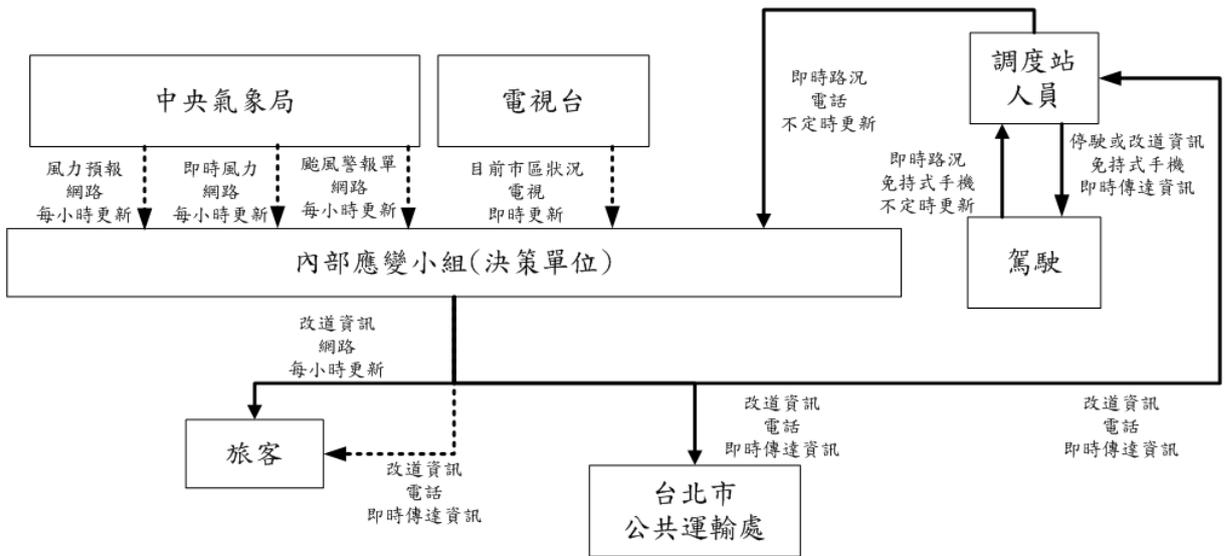


圖 4.19 民營市區公車於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖

### 七、公營市區公車

公營市區公車業者於有淹水危險前的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.20 所示。有車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況的預警資訊蒐集與發布，如圖 4.21 所示。



圖 4.20 公營市區公車於有淹水危險前的資訊流程圖

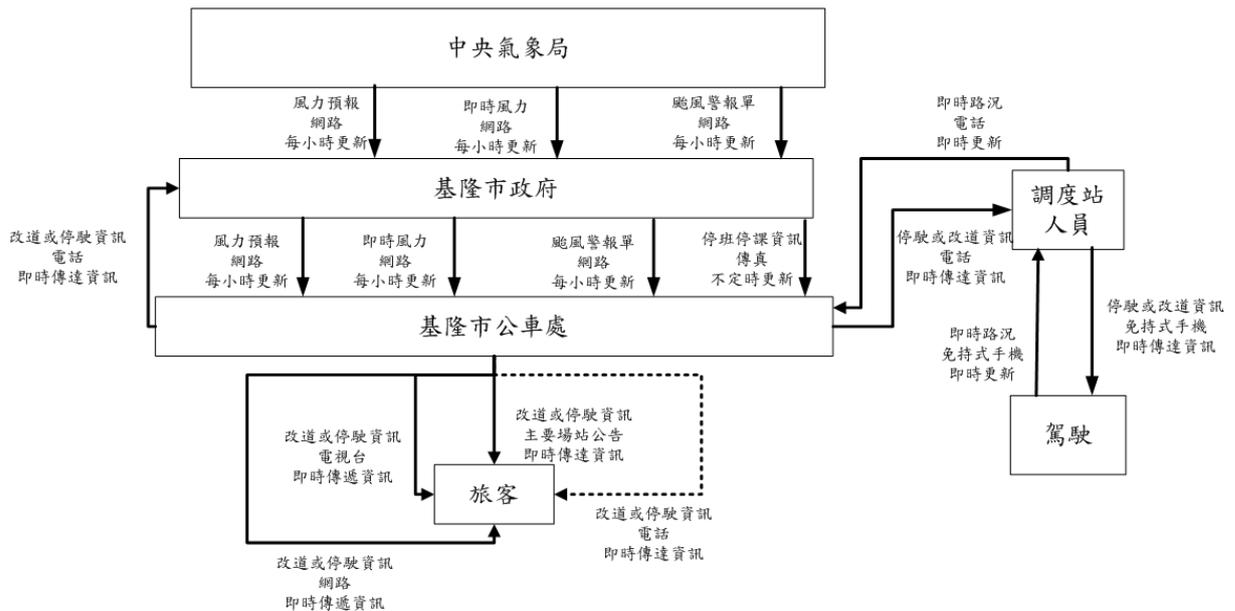


圖 4.21 公營市區公車於車輛有翻覆危險前的資訊流程圖

最後，本研究依據訪談記錄與資訊流程圖，彙整目前大眾運輸業者所考量的危險狀況及蒐集並考量的資訊，如表 4.9 及表 4.10 所示。

表 4.9 各大眾運輸業者考量的危險狀況之整理

危險狀況 類型 大眾 運輸業者	淹水	土石崩落 或路基塌陷	橋樑斷裂	車輛翻覆 及其他狀況
臺鐵	○	○	○	○
高鐵	○	○	○	○
捷運	○	○	X	○
國道客運	○	△	X	○
公路客運	○	○	△	○
民營市區公車	○	X	X	○
公營市區公車	○	X	X	○

○：代表此大眾運輸業者有考量該災害類型。

△：代表此大眾運輸業者沒有考量該災害類型，但認為應該納入考量。

X：代表此大眾運輸業者沒有考量該災害類型，亦未認為必須納入考量。

表 4.10 於各危險狀況發生前，各大眾運輸業者考量的資訊來源

大眾運輸業者	淹水			土石崩落 或路基塌陷		橋樑斷裂		車輛翻覆 及其他狀況	
	中央氣象局	水利署	自有監測設備	水土保持局	自有偵測設備	中央氣象局	自有監測設備	中央氣象局	自有監測設備
	雨量	水位	雨量	警戒	土石位移	水位	橋樑偵測	風力	風力
臺鐵	○	○	X	○	X	○	○(少)	○	○(少)
高鐵	○	○	○	○	○	○	○	○	○
捷運	○	○	X	X	X	/		○	○
國道客運	○	X	X	/				○	X
公路客運	○	X	X					X	X
民營市區公車	○	X	X	/				○	X
公營市區公車	○	○	X					○	X

○：代表此大眾運輸業者有考量該資訊來源。

X：代表此大眾運輸業者沒有考量該資訊來源。

斜線：代表此大眾運輸業者沒有考量該災害類型，故沒有蒐集相關資訊。

## 第五章 大眾運輸危險預警資訊系統現況檢討與研擬

訪談結束後，能彙整目前資訊供給者整合資訊的過程，以及大眾運輸業者如何蒐集並運用這些資訊，以達到預警之目的。但目前大眾運輸業者的預警資訊系統並非完美無缺，仍有效率不彰，且無法達到預警目的之狀況。這將會影響大眾運輸業者在危險可能發生前的決策，故應檢討之。檢討現況之後，針對現有的缺失、業者的需求，以及預警資訊系統應具備之功能，研擬有效率的大眾運輸危險預警資訊系統。

### 5.1 理想大眾運輸危險預警資訊系統與現況檢討方向

站在大眾運輸業者的角度，大眾運輸之決策者，肩上擔負者所有乘客的安危。決策者必須確保開出去的每一班車，乘客都能避免受到各種可能遭遇到災害之威脅。但決策者並不能因為害怕乘客受到生命財產上的危害，而完全不開出任何一班車，這是因噎廢食的行為。故決策者希望能夠有一套完整的預警機制，在平常的時刻，每班車能照既定班表發車，服務所有有旅次需求的乘客；但在危急的時候，卻能在危害威脅到乘客生命財產上的安全之前，開出去的車輛能順利避開災害。決策者必須在車輛與乘客安全遭受到危機之前，立刻下達決策之指令，並傳達給車輛或各場站，絕對要確保乘客安全無虞，並避開所有可能遭遇到的危險。在這麼驚險萬分的時刻，乘客的安全為第一，但決策者並不是神算，因此必須不斷地蒐集各方的資訊，才能知道立即下達決策指令。資訊具有時效性，資訊於相關單位與機構內，從原始資訊經過不斷的彙整與轉換之後，其已經花費一段不短的時間。故這些資訊若不趕緊傳遞給大眾運輸的決策者的面前，不但這些資訊將失去時效，決策者將得到一份過期且沒有用處的資訊之外，另外決策者將錯過決策的時機。決策者若錯過決策的時機點，甚至沒有任何徵兆能提醒決策者必須做出決策時，可能就無法及時挽回悲劇的發生。因此綜合以上幾點，理想的大眾運輸危險預警資訊系統，應包含資訊效率面、資訊內容面及決策時機面等，分別敘述如下：

#### 一、資訊效率面

一開始大眾運輸業者透過蒐集資訊，經由決策者得到這些資訊後，依據資訊做出決策。透過管道告知場站及駕駛目前之決策，在意外發生之前能夠讓車輛避免危險。故有效率的預警資訊系統，一方面縮短資訊傳遞的時間，另一方面在分秒必爭的狀況下，能

夠阻止人員傷亡之情形發生。大眾運輸業者自從蒐集資訊開始，就已經在和時間賽跑，因此資訊蒐集、處理及傳遞給駕駛與場站人員之效率，攸關於乘客的生命，並能夠防止意外之發生。資訊效率包含以下幾項：

### (一) 資訊蒐集有效率

理想的大眾運輸預警資訊系統，在蒐集資訊方面必須展現效率。資訊的蒐集上，大眾運輸業者並非每分每秒都待命監看不同網站，故更新的資訊並非即時傳遞至大眾運輸業者。在預警系統和時間賽跑的同時，這將拖延預警時間，導致資訊可能有過期或降低時效性等狀況發生。若資訊有更新，則可立刻以信件或簡訊告知業者，以免業者漏失資訊。

### (二) 資訊取得便利性

並非所有大眾運輸業者想要獲得的資訊，都是屬於公開資訊，例如淹水潛勢圖等。理想的大眾運輸預警資訊系統，必須要有暢通的管道，在資訊供給者同意之下，讓大眾運輸業者獲得想要的資訊。平時的時候就應該確認資訊供給者願意提供這些平常不公開的資訊，否則直到災害可能發生前才詢問，並沒有辦法立即得到資訊。預警系統在時間上相當緊迫，這將拖延預警系統的資訊處理時間，降低預警系統之效率。如前面所提到的部分，若降低預警資訊系統之效率，將可能使得本來可以挽回的事故，變成不可挽回的悲劇。

### (三) 資訊傳遞給司機與場站具有效率

即使決策者根據所有手邊的資訊做出決策，其決策後的內容也必須立刻透過號誌、電話或傳真等方式，立即傳遞給車站或駕駛。前面曾提過，預警系統是一套分秒必爭的系統，故如何將這些決策立即傳遞，並讓已經開在路線上的車輛能夠平安地脫離險境，這也是預警系統必須達到的目標。理想的預警系統就是希望能夠將決策後的資訊，第一時間就告知駕駛及車站，並且依據事先擬定的標準作業程序，車站人員及駕駛能夠立即知道要怎麼面對危急的時刻，讓車上所有乘客能夠避開即將可能面臨到的危險，才能讓預警系統發揮其最大之功效。

## 二、資訊內容面

大眾運輸業者在這個危急的時刻，決策者拿到資訊要立即做出最適當的判斷時，也必須立即吸收與消化這些資訊的內容。若這些蒐集到的資訊，其內容沒有重點，甚至根

本和決策無關，將拖長決策時間，讓預警系統的時效性被耽誤，亦使得乘客陷入危險之境。理想的資訊內容包含以下幾點：

#### (一) 資訊內容有用性

理想的大眾運輸危險預警系統，必須具有有用的資訊。若蒐集來的資訊夾雜著一些不必要的資訊時，還必須花費時間挑選有用的資訊，將拉長決策之時間。大眾運輸業者之決策者必須立即掌握全局，故無用處的資訊過多時，不但決策者不能清楚地得知現況，甚至可能使得決策者的決策錯誤，乘客將受到生命財產上的威脅。

#### (二) 資訊內容清楚易懂

決策者在眾多資訊中，必須花費時間理解內容。若資訊內容過多或過於混雜時，則使得決策者無法在短時間內處理那麼多的資訊，決策時間將拉長。理想的預警資訊系統就是希望將資訊內容用一種最簡單易懂的方式告知決策者，目前哪裡可能發生何種之災害、多久以後發生，以及災害的影響程度等，才能讓決策者立即做出判斷，以最快的速度阻止災害對大眾運輸的威脅。

#### (三) 資訊內容正確性

決策者獲得的資訊從原始資訊轉換之後，可能有所錯誤，將使得決策者做出錯誤的決策。這種狀況往往發生於資訊的時效性方面的問題，若資訊傳遞速度過慢，必須透過層層關卡才能獲得資訊時，在資訊不斷地更新之情形下，資訊內容已經過期。決策者的手中取得的是過期來不及更新的資訊時，決策者的判斷將有所影響。

#### (四) 資訊內容完整性

理想的大眾運輸預警資訊系統，除了蒐集資訊之外，還必須蒐集充足的資訊，才能讓決策者做出合理的判斷。若資訊過少時，決策者將陷入兩難，無法掌握目前之狀況。決策者雖然可以在沒有足夠的資訊下進行決策，但做出錯誤的決策之機率將會提升。理想的預警系統必須讓決策者能夠全盤性的掌握現況，才能做出最適當的決策。

### 三、決策時機面

正確的決策時機點，以及在何種狀況下做出何種決策，均對於決策者是個相當大的難題。但若沒有一套完整的機制與決策依據，決策者將陷入長考，不但無法果斷地做出

適當的決策，甚至可能做出不適當的決策，將使得乘客生命財產遭受空前的危害。一套完整的機制與決策依據，一方面對於決策者而言，可以快速下指令，縮短預警時間；另一方面對於第一線員工而言，能夠快速了解決策者的指令，並且依照這些既定的規範，在最緊急的狀況之下，仍能臨危不亂，能帶領車上所有乘客脫離危險，以保障所有人的安全。理想的決策時機包含以下幾點：

#### (一) 適當的決策時機

理想的大眾運輸預警資訊系統，必須不斷地蒐集來自於各方的資訊，並且在這些資訊指出目前狀況達到一定門檻值時，將相關資訊送至決策者面前，並立即做出決策。故預警資訊系統必須有一套完整的判斷機制，決定什麼時候由資訊負責部門要告知決策者目前必須下決策。否則若決策的時機點過了，意外將可能無法阻止，也沒有辦法保障每位乘客的生命安全。

#### (二) 清楚的決策依據與判斷

除了在適當的時機點下決策之外，在適當的時機點下適當的決策更是重點。適當的決策，也就是平時制定相關的處理機制，並規定在哪個時間點進行何種處理方式。故決策者在有依據之下，不必躊躇，並能夠立即下決策。另外，司機及車站等單位收到這些決策資訊以後，也有一套完整的機制，知道接下來應該要如何面對突如其來的災害。在危急的時刻，依據有彈性的機制，保護這些乘客的安全，並降低現場處理人員不知如何處理的焦慮與慌張感，縮短應變的時間，才能在分秒必爭的緊急狀況下掌握先機。

根據上述理想的大眾運輸危險預警系統，本研究針對現行大眾運輸業者之危險預警系統，將依照以下幾個方向檢討：

#### 一、資訊效率面：

- (一) 資訊蒐集上是否有效率？
- (二) 資訊是否經過多階段處理之後，仍保持其時效性？
- (三) 對於大眾運輸業者而言，資訊是否取得不易？
- (四) 大眾運輸業者是否能夠將決策後的資訊立即傳遞給駕駛與車站？

#### 二、資訊內容面：

- (一) 資訊內容是否有用處？是否有過多的資訊對決策沒有幫助？
- (二) 資訊的內容是否過多難以理解的內容，讓決策者無法快速做出決策？

- (三) 是否能讓決策者得到的資訊為最新且無誤之資訊?
- (四) 資訊之內容是否完整? 決策者是否能夠全盤性地了解現況?

### 三、決策時機面：

- (一) 是否有一套完整的預警機制與決策流程?
- (二) 決策者是否能夠在第一時間獲得這些資訊，並做出決策?
- (三) 決策的時機是否適當?
- (四) 該預警系統是否能在災害造成大眾運輸危害前，真正地發揮預警之功效?

## 5.2 大眾運輸危險預警資訊系統現況檢討

本節將依據 5.1 節所提及之理想的預警系統與檢討的方向，探討目前的預警系統和理想狀況之差距，以及各業者的危險預警資訊系統應具備的條件。本節將站在資訊效率面、資訊內容面及決策時機面等面向，探討現今各大眾運輸業者的危險預警資訊系統，是否能夠發揮預警之功效。



### 一、臺鐵預警資訊系統現況之檢討

#### (一) 淹水

從資訊內容面來看，臺鐵透過 GIS 的方式，配合淹水潛勢圖與衛星空照整合這些資訊，對於預警系統淹水的影響範圍能夠較為了解。但從決策時機點來看，臺鐵並沒有一套機制規範多高的淹水高度之下必須停駛，故縱使有預測雨量與淹水潛勢圖等資訊，也無法在適當的時機點下決策。

#### (二) 土石崩落或路基塌陷

臺鐵目前並沒有蒐集即時的資訊，無法判斷土石是否有滑動的現象，也沒有在沿線的路段裝設偵測設備，這對路線的控管上有相當大的危險性。雖然有蒐集水土保持局相關資訊，但並沒有一套機制判斷在何種警戒下，列車必須避開這種風險。本研究認為臺鐵首先應裝設相關的偵測設備，若有土石滑動之情形，則訊號立即傳送至號誌，透過號誌之方式傳遞資訊給駕駛，才能讓駕駛以最快的速度反應。駕駛應將車輛停在車站內或其餘安全之處，以避免車輛被土石崩落砸中，否則將可能造成難以挽回的悲劇。

### (三) 橋樑斷裂

臺鐵目前僅針對部分橋樑觀測水位高度，藉此來判斷橋樑是否會有斷裂的可能性。但橋樑斷裂仍應考量其他因素，例如橋墩的砂石是否能固定橋樑維持不動等。故目前臺鐵蒐集的資訊明顯不足，且僅有部分橋樑才有偵測，因此臺鐵沿線多處橋樑若有斷裂危險時，甚至根本就無法判斷，只能靠人員定期巡視，乘客的安全陷入無人看管之境。

### (四) 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

沿途的風速計若偵測到比標準高的風速時，則將資訊傳遞給車站，並通報給調度總所，由調度總所決定是否要讓列車停駛或減速。從風速計資訊傳遞至車站、車站傳遞資訊給調度總所、調度總所進行決策、調度總所將行車命令傳遞給車站，一直到車站等待列車抵達後告知列車長的這段過程，時間相當漫長，並沒有辦法立即讓列車減速或停駛於最近之車站。列車在這段調度總所處理資訊並做出決策的時間內，仍沒有脫離險境，依然遭受強風襲擊。故應該透過號誌或無線電等方式，告知列車在最快的時間停駛，並找適當的安全之處避風。另外，臺鐵路段鄰近許多海岸地區，但沒有蒐集關於潮汐高度等資訊。若浪高過高時，則對於鄰近海岸旁且較低地勢的路段將遭受突如其來的洪水威脅，列車可能被捲入海中。

## 二、台灣高鐵公司預警資訊系統現況之檢討

### (一) 土石崩落或路基塌陷

高鐵過度依賴最後一道防線的土石位移偵測器，卻沒有考量降雨量過大等狀況，造成土石位移的可能性。故應考量坡向、坡度及降雨量等因素，並在雨量超過門檻值時，則應立即停駛或降低速限，避免土石崩落砸中列車的意外發生。

### (二) 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

當風速計量測風力達門檻值時，列車必須減速，甚至得停駛。但假使風速計以偵測到應停駛的風速，行車號誌將立即轉換。但列車還在半途中時，列車若以較低限速開往下一站，則列車將暴露於被強風吹翻的可能；若列車直接停駛於半路，則列車亦必須承受強風的力量。這是因為高鐵公司雖然蒐集風速預測等資訊，但預警機制下的停駛或減速標準，卻沒有考慮風速預測值，將使得列車必須達到風速標準後，才能有對應的應變措施。考慮風速預測後，行控中心可以提前宣布

停駛，或列車到達車站後不再往前行駛，以降低受風力影響而造成列車上乘客遭受危險的可能性。

### 三、捷運公司預警資訊系統現況之檢討

#### (一) 淹水

目前捷運公司僅蒐集雨量之資訊，並透過人員定期巡視車站外的狀況，判斷是否應該要停駛。故捷運公司並沒有考量可能造成的淹水範圍，僅透過目視的方式觀察是否有淹水的可能性。對於預警時間而言似乎過短，反應時間可能較短，來不及阻止突如其來洪水的摧殘。對於決策者而言，這樣的預警系統考量的因素太少，故應該考量洪水的影響及可能淹水的範圍，進一步做出防範措施，才能達到預警成效。

#### (二) 土石崩落或路基塌陷

捷運公司在沿線邊坡上只有設置擋土牆，並沒有設置偵測設備，必須等到土石真正壓到軌道上，並由偵測器偵測到有異物時，列車才會立即停駛。但一方面文湖線的班次很密，邊坡可能隨時滑動而擊中列車；另一方面，雖然邊坡有擋土牆的維護，但過去有林肯大郡的擋土牆支撐不住下滑土石的力量，意外仍不幸發生。尤其捷運經過山區之路段為高架段，若土石往下沖刷時，則整個列車可能從高架橋上直接翻覆至道路上，死傷將難以估計。若不裝設偵測器材，這種土石崩落的狀況將沒有任何預警的機制能夠防範，對於列車上乘客的安全而言，無疑是相當令人憂心。

### 四、國道客運預警資訊系統現況之檢討

#### (一) 淹水

國道雖然淹水的狀況較少，改道的方式也相當多種。但市區內的可能淹水之狀況，卻只能透過場站或司機人員目視與經驗觀察，並沒有一套完整的預警機制防範。目前國道高速公路局僅透過動態資訊看板告知駕駛人前方淹水狀況，並沒有直接告知決策者。預警系統若等到災害已經影響到大眾運輸安全行駛時才開始運作，就等於失去了預警的功效。故必須結合淹水潛勢圖和雨量預測值，了解哪些地方有可能淹水，以改道或停駛的方式避開風險。

#### (二) 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

對於大眾運輸業者而言，雖然有蒐集關於颱風的相關資訊，但卻只是參考用而

已，車輛仍然在颱風天亦在路上持續行駛。蒐集的資訊有如英雄無用武之地，可見風力資訊對於國道客運業者的用途似乎不大，仍然由各客運場站視風力大小決定是否應該停駛。也就代表目前國道客運業者在風力這部分的重視程度較低，這部分預警措施並沒有很完善。

## 五、公路客運預警資訊系統現況之檢討

### (一) 淹水

公路客運的服務範圍多半為單一縣市，故其依據的並非雨量大小，而是參照縣市政府是否發布停止上班上課之資訊。縣市政府對是否停止上班上課的考量，和大眾運輸是否能夠在路上安穩的行駛之標準是不一樣的。故對於大眾運輸業者而言，雖然這樣的資訊與決策方式，讓決策上更便利且更有效率，但其可能因此做出錯誤的決策。公路客運業者因為並沒有任何方式得知可能的淹水範圍，故公路客運業者表示目前路上的狀況仍由司機掌握為主，而不參考其他資訊，難以達到預警系統之成效。

### (二) 土石崩落或路基塌陷

公路客運針對土石崩落或路基塌陷等狀況，主要是透過駕駛目視的方式，觀察雨量大小是否能夠讓車輛安全無虞地通過。但一方面每位駕駛的觀察狀況與標準有所不同，另一方面如此一來並沒有一套標準因應可能發生的土石崩落。故假使公路總局或縣市政府並沒有裝設偵測器材時，應透過雨量之預測值，推估該路段可能有土石崩落的情形，並由水土保持局或公路總局等單位告知，或是公路客運業者在觀察由中央氣象局提供的雨量資訊或預測後，立即依據資訊做出決策，以避免即將可能發生的土石崩落或路基塌陷之災害。

### (三) 橋樑斷裂

雖然目前公路客運並沒有這一套預警系統，但本研究認為這是必備的預警系統之一。因為公路客運將行經許多山區道路，山區道路當中將會遇到大大小小的橋樑，其橋樑的結構不如大型橋樑堅固，甚至可能數年內有被沖毀之紀錄，故對於行駛經過的公路客運無疑在安全上是有相當大的威脅。故應由公路總局或縣市政府等單位，提供目前橋樑下的河川水位等狀況，並在橋樑上裝設偵測器材，若有問題則在橋的兩端告知目前橋樑不宜通過，並將消息告知大眾運輸業者，以避免可能的意外發生。

## 六、民營市區公車預警資訊系統現況之檢討

### (一) 淹水

目前民營市區公車業者對於可能發生淹水的情形，有蒐集雨量等資訊。但並沒有辦法透過雨量的預測，了解市區有哪些地方可能會有淹水的情形。對於民營市區業者而言，其行駛的路線多為地勢較低之地區，並且鄰近於海岸或河岸邊，也沒有考慮到洪水來臨時所造成的衝擊。

### (二) 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

民營市區公車並沒有設置一定的標準，規範幾級風力等狀況才應該要宣布停駛，故對於車輛在路上的行駛而言，在颱風天也頂多是減少班次，對於車輛與乘客的安全仍遭受相當大的風險與衝擊。風力的大小等資訊之蒐集也只是做參考之用，實際上的風力大小仍由場站人員視狀況決定，故目前無一套預警機制防範車輛在路上可能受到強風而翻覆，或是車輛可能遭受強風吹落的物品擊中的情形。

## 七、公營市區公車預警資訊系統現況之檢討

### (一) 淹水

我國目前公營市區公車的營運者，包含基隆市、高雄市及澎湖縣，其地理位置均鄰近於海邊，但這些在資訊上的蒐集卻沒有考慮到海浪及潮汐的影響。如果當洪水一來時，其洪水衝擊到就是臨海地區。雖然位於海岸邊，但卻沒有辦法事先得知海岸邊是否有危險時，可能會被洪水捲入海中，造成相當大的傷害。若沒有設立一套完整的淹水預警系統，對於決策者而言並沒有資訊可以得知車輛在外是否有受困於水中的危險，將使得決策者可能做出錯誤的決定，進而影響乘客的安全。

### (二) 車輛翻覆及其他讓乘客陷入危險等狀況

公營市區公車業者針對風力並沒有一套預警機制與標準，多半是看颱風警報單，或是由各場站人員視風力狀況決定。多半在強風之下仍然會繼續行駛，但強風卻往往可能造成車輛翻覆，甚至沿途吹落的樹枝及招牌等物品，均可能砸中車輛本身，車輛行駛於路上相當危險。



### 5.3 理想大眾運輸危險預警資訊系統之研擬

本節將依據大眾運輸危險預警資訊系統應具有之條件、業者之需求，以及現況之不足處，研擬理想大眾運輸危險預警資訊系統。本研究將從五種角度，描述理想大眾運輸危險預警資訊系統的面貌，包含業者與政府之間的角色與關係、預警資訊系統在路線的差異下之不同、預警時間上的差異、各業者之間必須獲得的資訊之差異，以及不同狀況所建立的預警資訊系統之差異等。

#### 一、業者與政府的角色

本研究研擬這套危險預警資訊系統，主要使用者為大眾運輸業者。大眾運輸業者獲得這些資訊之後，依照資訊的內容做出決策，以便在災害對於大眾運輸安全造成威脅之前，能及時阻止不幸的意外發生。大眾運輸業者與政府相關單位在這套系統當中的角色，將依照業者是否能夠完全掌握營運路線上的各種狀況做為區別。對於鐵路客運業者而言，路線管轄權於業者身上，蒐集與處理危險預警資訊的責任亦在鐵路客運業者本身。路線上的雨量、風力、土石滑動及橋樑位移等情形，均能透過自己的偵測設備掌握狀況。對於鐵路客運業者而言，政府的角色在於提供一些平常並非公開的資訊，這些資訊亦並非由業者所掌握。所以必須由業者提出要求之後，讓政府提供資訊給鐵路客運業者。以淹水潛勢圖為例，水利署僅提供單日降下 350、450 及 600 毫米雨量下的淹水可能範圍。但對於大眾運輸業者而言，需要的淹水潛勢圖應該以 1、2、3、6 小時的短期累積雨量為主，才能知道降雨強度與淹水範圍之關係，並且政府未公開淹水範圍內的高度，使得業者無法得知淹水可能的嚴重程度。淹水範圍的預測並非由鐵路客運業者自身能夠預測，故必須透過政府單位予以援助。另外，政府機關的專家與學者，可從旁協助業者設定這些危險狀況的警戒值與門檻值，以避免這些數值無法讓預警系統發揮功效。綜整以上的內容，對於鐵路客運業者而言，本身有路線的管轄權，故應該「主動」蒐集相關危險預警資訊。政府站在從旁協助的角度，提供非公開資訊，並協助設定各種情境下的警戒值及門檻值。

以公路汽車客運業者而言，所面臨的狀況和鐵路客運業者則截然不同。由於公路汽車客運業者所行駛的路段，其管轄權並非由業者所有，而是由政府各單位所管轄，故業者無法立即得知道沿路所有可能發生的危險。公路汽車客運業者首先應該要確認自己必

須獲得哪些資訊，並設立一套完整的預警機制，此預警機制內包含在哪些時刻根據哪些資訊做出何種判斷。若公路汽車客運業者所需之資訊，可透過網路等方式查詢者，則由公路汽車客運業者自行蒐集；反之，若資訊並非網路上唾手可得者，則必須透過政府的協助，由政府主動給予業者資訊。此時政府所提供的資訊則包含沿線土石位移狀況、橋樑位移狀況及淹水範圍等。綜整以上的內容，對於公路汽車客運業者而言，本身並沒有路線的管轄權，管轄權則是在各級政府身上，故業者是站在「被動」的角度蒐集相關危險預警資訊。業者本身必須負起建立一套預警制度的責任，並且確認要蒐集哪些資訊後，政府才能予以協助。業者並非等著這些資訊自行從天上掉下來，而是各自有不同的角色。鐵路客運業者及公路汽車客運業者，於預警系統裡應該扮演的角色為何，則整理如表 5.1 所示。

表 5.1 大眾運輸業者於業者與政府之間角色上的差異

類別	鐵路客運業	公路汽車客運業
路線管轄權	有路線管轄權，可於沿線裝設偵測器監測雨量、土石位移、橋樑位移及即時風速。	沒有路線管轄權，須由道路主管機關監測雨量等資訊，並透過封路或警戒等方式告知業者目前路線上的狀況。
業者的角色	主動蒐集公開之資訊，並建立一套完整的機制處理且分析資訊，業者站在「主動」的立場。	主動建立一套完整的預警機制且處理資訊，了解業者必須得到的資訊為何，並向政府相關單位要求提供這些不公開之資訊。
政府的角色	協助業者蒐集不公開的資訊，並援助業者建立各項預警系統之門檻值。	政府主動提供不公開資訊給業者，並以主動的方式告知業者目前橋樑及坡地等路線上的狀況。

## 二、地域差異下的預警資訊系統

業者的營運範圍若位於不同的地勢或條件，所面臨到在安全上的威脅則有差異。業者的營運範圍又可分為場站與路線，面臨到的地勢與條件則包含高架(橋樑、台地或丘陵地)、地面、地下(低窪地區或車行地下道)、隧道口及坡地等。也就是加上空間概念的因子於預警系統中，呼應本研究於第三章提到在各種地貌的條件之下，大眾運輸安全上的危害狀況則有所差異。淹水、土石崩落或路基塌陷及其他等狀況和空間分布之關係與資訊蒐集之差異，如表 5.2、5.3 及 5.4 所示。橋樑斷裂為高架段居多，不因地域上的差異而有所不同，故不列入比較之中。

表 5.2 空間分布差異下，淹水前預警資訊系統之比較

災害類型	路線類型	地勢或條件	資訊蒐集狀況敘述
淹水	場站	高架	較不需要考慮淹水狀況。
		平面	配合淹水潛勢圖、降雨量與降雨預測，觀察是否需要封閉場站並疏散乘客。
		地下	配合淹水潛勢圖、降雨量與降雨預測，若預測的淹水高度將使得水勢通過地下道進入場站時，則應立即啟動防洪設施，並疏散乘客。
	路線	高架	需要即時降雨量、降雨預測與排水系統狀況，了解橋樑上的積水散去之速度，進而推估高架路段是否有淹水之可能。
		平面	透過降雨預測與淹水潛勢圖，可以得知淹水的範圍及高度。
		地下	配合淹水潛勢圖，了解可能淹水的高度與範圍，並考量地勢較低的因素，較其他地區提前進行封閉或暫停營運等作業。
		隧道或坡地	較不需要考慮淹水狀況。

表 5.3 空間分布差異下，土石崩落及路基塌陷前預警資訊系統之比較

土石崩落 或 路基塌陷	場站	高架	應注意場站四周是否有順向坡，並配合降雨量及偵測器等指標，隨時觀察土石滑動之狀況。
		平面	
		地下	
	路線	高架	應注意路線上是否有順向坡或不穩定的邊坡，並配合降雨量及偵測器等指標，觀察土石滑動狀況，並注意車輛是否可能被土石推至橋下。
		平面	應注意路線上是否有順向坡或不穩定的邊坡，並配合降雨量及偵測器等指標，觀察土石滑動狀況。並注意路基是否有被侵蝕而有不穩固之情形。
		地下	較不需要考慮土石崩落狀況。
		隧道或坡地	應於隧道口裝設偵測器，隨時注意土石可能崩塌的狀況。

表 5.4 空間分布差異下，車輛翻覆等其他狀況發生前預警資訊系統之比較

車輛翻覆 等其他狀 況	場站	高架	影響較小，但仍須注意風力所造成沿路掉落物之情形，讓乘客從出發處到場站之間的路途能夠平安。
		平面	
		地下	
	路線	高架	高架段風力較其他路段強，故應須在風力較強時減速慢行，甚至停駛。
		平面	平面段雖然風力較高架弱，但仍須注意沿途的掉落物可能造成營運上的危險。
		地下	影響較小。
		隧道或坡地	須注意坡地上的樹木可能會有倒塌等危險性，須隨時檢查坡地上土石的位移狀況。

### 三、預警時間之差異

本研究於 3.2 節曾經提到，預警時間即決策者蒐集資訊所需花費的時間，加上決策者發布資訊後各單位處理的時間。但不同業者之間由於蒐集資訊時間上的差異，故造成更長的危險預警時間，如表 5.5 的比較所示。鐵路客運業由於擁有路權，故路線上若發生問題，第一時間立即就能知道，蒐集資訊的速度較快，預警的時間也可較短。故若土

石有明顯位移時，路線上的車輛能立即得知狀況而減速或停駛，以避開即將面臨的危險。但公路客運業者並沒有道路管理之權限，對於路線上的狀況完全不清楚，只能仰賴駕駛的判斷。若土石有明顯位移時，首先由政府相關單位視狀況封橋或封路，封閉完成後再將資訊傳送給民眾。業者得知這些資訊後，可能土石都已經坍塌而壓毀車輛。對於公路汽車客運業而言，預警時間並不能設定的如此短暫，否則無法應變可能到來的災害。

表 5.5 業者之間於預警時間上的差異比較

類別	鐵路客運業	公路汽車客運業
預警時間 (以土石位移為例)	土石有位移時，偵測器立即傳遞資訊給業者與路線上車輛，並馬上透過減速或停駛等方式防範將要發生的災害，預警時間可較短。	土石有位移時，由於業者並沒有偵測器材，故必須由道路主管機關立即下達封路等措施，馬上傳達資訊給大眾運輸業者，並告知車輛行駛於路上的駕駛，防範將要發生的災害，預警時間須較長。

#### 四、各業者預警資訊內容之差異

依據本研究之訪談紀錄，並考量各大眾運輸業者可能面臨環境之差異，整理各業者之資訊需求，如表 5.6 所示。相較於原先業者所考量的資訊內容，業者應該要考量更多的資訊，才能對現況有全盤性的掌控。但也因為資訊過多的緣故，讓業者沒有辦法一次性的吸收大量的資訊。故未來可由業者或政府協助開發地理資訊系統(Geographic Information system, GIS)之程式或軟體。透過該程式，不同的資訊分別位於不同的圖層，能整合在同一張地圖上。最後將業者的營運路線圖和災害可能的範圍相互結合，能立即知道災害發生的地點、範圍及嚴重程度。這種資訊處理方式對於公路汽車客運業者而言更是有有效，政府提供某些路段可能會有崩塌等危險時，業者第一時間就能立即掌握資訊，在最短的時間內由決策者決定改道或停駛，並馬上通知路線上的駕駛及場站人員最新狀況，以確保乘客與駕駛的安全。

表 5.6 各業者必須得到的資訊項目整理

業者 災害	臺鐵	高鐵	捷運 公司	國道 客運	公路 客運	民營市 區公車	公營市 區公車
淹水	即時雨量、雨量預測、即時河川水位、河川水位預測、即時水庫水位、水庫水位預測、水庫洩洪資訊、潮汐資訊、即時浪高、浪高預測，以及淹水潛勢圖等。			即時雨量、雨量預測、即時河川水位、河川水位預測、即時水庫水位、水庫水位預測、水庫洩洪資訊、潮汐資訊、即時浪高、浪高預測、道路封閉資訊、停班停課資訊，以及淹水潛勢圖等。			
土石崩落或 路基塌陷	土石即時偵測、即時降雨量、雨量預測、累計雨量、土壤含水量、坡向，以及坡度等。			道路管理單位封路資訊、即時降雨量、累計雨量，以及雨量預測等。			
橋樑斷裂	橋樑即時偵測、河川即時水位，以及河川水位預測等。				封橋資訊、河川即時水位，以及河川水位預測等。		
其他類型	風速計資訊及預測風力等。			氣象局即時風力觀測及預測風力等。			

### 五、階段性的預警資訊系統

災害對於大眾運輸在安全上所造成的影響並非一步到位，而是以漸進式之型式，一步步地對大眾運輸造成危害。故預警資訊系統必須隨時更新資訊，並依照災情之不同，發布不同的警戒等級。本研究將警戒等級分為三個階段，嚴重程度則以三級警戒較輕微，一級警戒則最為嚴重。危險狀況與預警等級之間的情境如表 5.7、5.8、5.9 及 5.10 所示，各業者對應的措施則於 5.4 節研擬。

表 5.7 淹水狀況前與預警等級之間的情境

警戒等級	業者	高架	地面	地下
一級警戒	鐵路	預測十分鐘後淹水高度將與軌道面同高。		
	公路	預測三十分鐘後淹水高度將超過輪子高，車門不易打開，車輛通過時會拋錨。		平面路段將可能有大量積水往地勢低窪處移動，淹水高度將使車輛通過時拋錨。
二級警戒	鐵路	降雨量大於排水系統負荷量，已有積水現象，且積水短期內不會退去。	預測三十分鐘後淹水高度將與軌道面同高。	平面路段已積水，水勢隨時可能往地勢低窪處移動。
	公路	預測三十分鐘後淹水高度達半個輪子高，車輛前進困難，但仍能通過。		
三級警戒	鐵路	降雨量大於排水系統負荷量，將開始有積水現象。	預測於十分鐘後將有積水狀況。	平面路段將於三十分鐘後有積水狀況，水勢並可能往地勢低窪處移動。
	公路	預測於三十分鐘後將有積水狀況。		平面路段將於一小時後有積水狀況，水勢並可能隨時往地勢較低處移動。

表 5.8 土石崩落或路基塌陷前與預警等級之間的情境

警戒等級	業者	高架	地面	地下
一級警戒	鐵路	偵測器已感應到土石將要滑落於軌道面。		影響較低。
	公路	位於順向坡、近期偵測到的土石位移比平均位移高、土壤含水已飽和，且預測降雨量將加快土石位移者。		
二級警戒	鐵路	位於順向坡、近期偵測到的土石位移比平均位移高、土壤含水趨於飽和，且預測降雨量將加快土石位移者。		
	公路	位於順向坡、近期偵測到的土石位移比平均位移高，且預測降雨量將加快土石位移者。		
三級警戒	鐵路	位於順向坡、近期偵測到的土石位移比平均位移高，且預測降雨量將加快土石位移者。		
	公路	位於順向坡、近期偵測到的土石位移比平均位移高，且預測降雨量將加快土石位移者。		

表 5.9 橋樑斷裂前與預警等級之間的情境

警戒等級	業者	橋樑或其他徵兆之狀況
一級警戒	鐵路	橋樑偵測已有位移現象。
	公路	河川水位仍持續上升，水位高度與河川沖刷所產生的動能隨時可能將橋樑沖毀。
二級警戒	鐵路	河川水位持續上升中，河川水位高度已達行動值之水位。
	公路	
三級警戒	鐵路	河川水位將於一小時後達到行動值水位，豪雨特報以上之降雨仍持續降在集水區。
	公路	

表 5.10 車輛翻覆等其他狀況發生前與預警等級之間的情境

警戒等級	業者	車輛翻覆或其他等狀況
一級警戒	鐵路	車輛受外力之影響已有搖晃現象，沿途物品持續不斷掉落。
	公路	
二級警戒	鐵路	車輛將隨時有可能被沿途掉落物擊中。
	公路	
三級警戒	鐵路	風力持續增強，沿途已有掉落物墜落。
	公路	

## 5.4 各大眾運輸業者理想之危險預警資訊系統

各業者的理想危險預警資訊系統，除了要具備 5.3 節所述的條件之外，另外依照不同業者間的差異，分別研擬各業者最適合的危險預警資訊系統。本研究將透過兩個部分闡述各大眾運輸業者的角色，分別為針對 5.3 節各項預警等級情境所設計的因應策略，以及各業者必須改進的地方等。未來業者依照本研究所研擬之警戒類型，針對不同的資訊設定各路段的門檻值，並建立一套標準作業程序(Standard Operation Procedure, SOP)，以便縮短從蒐集資訊至第一線因應的時間。

### 一、臺鐵

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對臺鐵的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.11 所示。

表 5.11 臺鐵針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	業者因應策略
淹水	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應停至前方最鄰近之車站。
	二級警戒	列車限速 45KPH。
	三級警戒	列車限速 60KPH。
土石崩落 或 路基塌陷	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應行駛至安全處躲避。
	二級警戒	列車限速 45KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
	三級警戒	列車限速 60KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
橋樑斷裂	一級警戒	列車不得通過橋樑，若後方無車應調度至最鄰近車站。
	二級警戒	列車應以限速 45KPH 緩慢通過橋樑。
	三級警戒	列車應以限速 60KPH 緩慢通過橋樑。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應停至前方最鄰近之車站。
	二級警戒	列車限速 45KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。
	三級警戒	列車限速 60KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。

臺鐵目前危險預警資訊系統應改善之方向包含以下幾點：

1. 臺鐵傳遞決策資訊應由車站本位制修正為列車本位制，並直接將行車命令透過無線電等方式直接通知駕駛與列車長，才有辦法在第一時間內讓第一線人員知道路線上的狀況，並立即做出反應，讓列車上乘客的安全有所保障。
2. 無論是土石位移偵測器或橋樑位移偵測器，臺鐵沿途多處均沒有裝設。故臺鐵應為了乘客的安全，編列預算在沿途裝設偵測器。
3. 臺鐵所考量的預警機制應加上確切的時間點，例如風力強度到達幾級以上時應停駛，或淹水高度到達何處時應停駛等，並非只仰賴人為的判斷，而沒有一套完整的標準與運作機制。

## 二、高鐵

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對高鐵的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.12 所示。

表 5.12 高鐵針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	業者因應策略
淹水	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應停至前方最鄰近之車站。
	二級警戒	列車限速 120KPH。
	三級警戒	列車限速 170KPH。
土石崩落 或 路基塌陷	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應行駛至安全處躲避。
	二級警戒	列車限速 120KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
	三級警戒	列車限速 170KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
橋樑斷裂	一級警戒	列車不得通過橋樑，應立即停駛。
	二級警戒	列車應以限速 120KPH 緩慢通過橋樑。
	三級警戒	列車應以限速 170KPH 緩慢通過橋樑。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應停至最鄰近之車站。
	二級警戒	列車限速 120KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。
	三級警戒	列車限速 170KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。

高鐵目前危險預警資訊系統應改善之方向如下：

雖然高鐵公司有裝設風速計、雨量計及水位計等設備，但這些設備多為即時偵測器材，並沒有辦法得知未來的風力、雨量及水位是否會持續增加。故高鐵公司宜針對預測值的部分設有一套機制，若未來的雨量、風力或水位將可能達到某個門檻值時，列車就必須減速或停駛。

### 三、捷運

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對捷運系統的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.13 所示。

表 5.13 捷運針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	業者因應策略
淹水	一級警戒	列車立即行駛至前方最鄰近之車站後停駛。
	二級警戒	列車限速 25KPH。
	三級警戒	列車限速 40KPH。
土石崩落 或 路基塌陷	一級警戒	列車立即停駛。
	二級警戒	列車限速 25KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
	三級警戒	列車限速 40KPH，並由偵測器隨時檢視土石位移狀況。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	列車立即停駛，未進站者應停至前方最鄰近之車站。
	二級警戒	列車限速 25KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。
	三級警戒	列車限速 40KPH，並透過軌道電路偵測是否有異物入侵軌道。

捷運公司目前危險預警資訊系統應改善之方向包含以下幾點：

1. 我國捷運雖然經過許多的隧道段與山坡路段，但並沒有考量到土石崩落的危險性。故應該在邊坡路段增設土石位移偵測器，並勘查當地的岩層狀況，判斷是否有立即的危險性。
2. 捷運公司和臺灣高鐵的問題類似，即無針對未來預測狀況設計一套機制因應。故捷運公司應考量未來雨量、水位及風力等狀況，設置一套完整的危險預警資訊系統。

#### 四、國道客運

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對國道客運的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.14 所示。

表 5.14 國道客運針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	道路管理機關因應策略	業者因應策略
淹水	一級警戒	封閉道路。	改道行駛或停駛。
	二級警戒	降低速限為原本的一半。	駕駛改行駛省道，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	駕駛改行駛省道，並應保持警覺，隨時注意路況是否適合通行。
土石崩落 或 路基塌陷	一級警戒	封閉道路。	駕駛改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉道路。	改道行駛，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	改道行駛，駕駛應保持警覺，隨時注意沿途落石狀況。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	封閉道路。	停駛。
	二級警戒	降低速限為原本的一半。	降低速限緩慢通過，駕駛並隨時保持警覺。
	三級警戒	在資訊顯示看板提醒用路人注意強風。	

國道客運目前危險預警資訊系統應改善之方向包含以下幾點：

1. 國道客運公司僅考量雨量的大小，但僅憑雨量大小，根本無法得知淹水的可能範圍及高度，故應該搭配淹水潛勢圖，才能了解可能的淹水範圍。
2. 國道客運公司目前並未有一套完整的機制因應，故應該和政府共同配合，由政府決定是否進行封路等措施，並立即告知國道客運業者，以便讓業者第一時間做出因應策略。

## 五、公路客運

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對公路客運的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.15 所示。

表 5.15 公路客運針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	道路管理機關因應策略	業者因應策略
淹水	一級警戒	封閉道路。	改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉道路。	駕駛改行駛其他道路，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	駕駛改行駛其他道路，並應保持警覺，隨時注意路況是否適合通行。
土石崩落 或 路基塌陷	一級警戒	封閉道路。	駕駛改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉道路。	改道行駛，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	改道行駛，駕駛應保持警覺，隨時注意沿途落石狀況。
橋樑斷裂	一級警戒	封閉橋樑。	駕駛改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉橋樑。	改道行駛，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	降低速限緩慢通過。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	封閉道路。	停駛。
	二級警戒	封閉道路	降低速限緩慢通過，駕駛並隨時保持警覺。
	三級警戒	在資訊顯示看板提醒用路人注意強風。	

公路客運目前危險預警資訊系統應改善之方向如下：

山區天氣多變化，公路客運必須運用風力與降雨等資訊，並非只仰賴司機對於雨量的判斷，故應多蒐集雨量等資訊，並設立門檻值，若雨量達門檻值時則立即停駛，以避免山區落石或橋樑斷裂造成難以挽回的悲劇。

## 六、民營市區公車

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對民營市區公車的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.16 所示。

表 5.16 民營市區公車針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	道路管理機關因應策略	業者因應策略
淹水	一級警戒	封閉道路。	改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉道路。	駕駛改行駛省道，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	駕駛改行駛省道，並應保持警覺，隨時注意路況是否適合通行。
橋樑斷裂	一級警戒	封閉橋樑。	駕駛改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉橋樑。	改道行駛，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	降低速限緩慢通過。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	封閉道路。	停駛。
	二級警戒	封閉道路。	降低速限緩慢通過，駕駛並隨時保持警覺。
	三級警戒	在資訊顯示看板提醒用路人注意強風。	

民營市區公車目前危險預警資訊系統應改善之方向如下：

民營市區公車的狀況跟其他運具類似，即沒有考量雨量和淹水範圍之關聯性。尤其市區多半為平原或盆地地形，降雨量若大於排洪系統排水量，則淹水災情將再度上演。對於民營市區公車業者而言，改道的選擇很多，但哪條路才是適合改道的路線，還是沒有辦法改道只好停駛，均應由政府主動告知資訊。

## 七、公營市區公車

本研究於 5.3 節表 5.7 至表 5.10，分別對於各種不同的危險類型設計相關的警戒分級情境，後續根據這些分級方式，針對公營市區公車的危險預警資訊系統提出相對應的因應策略，如表 5.17 所示。

表 5.17 公營市區公車針對各項警戒的因應策略

危險類型	警戒等級	道路管理機關因應策略	業者因應策略
淹水	一級警戒	封閉道路。	改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉道路。	駕駛改行駛省道，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	駕駛改行駛省道，並應保持警覺，隨時注意路況是否適合通行。
橋樑斷裂	一級警戒	封閉橋樑。	駕駛改道行駛或停駛。
	二級警戒	封閉橋樑。	改道行駛，並不再陸續發車。
	三級警戒	在資訊顯示看板建議用路人改道行駛。	降低速限緩慢通過。
車輛翻覆 或 其他狀況	一級警戒	封閉道路。	停駛。
	二級警戒	封閉道路。	降低速限緩慢通過，駕駛並隨時保持警覺。
	三級警戒	在資訊顯示看板提醒用路人注意強風。	

公營市區客運目前危險預警資訊系統應改善之方向包含以下幾點：

1. 公營市區公車屬於政府下屬機關，但基本能從政府得到的資訊並不多，這些資訊也相當零散沒有統整之組織。因此本研究認為應該透過地理資訊系統的圖層疊合方式，將資訊顯示於地圖上，才可一目了然得知各地即將可能發生的災情。
2. 目前公營市區公車雖然多臨海，但並未考量海浪導致沿海積水或車輛翻覆等因素，故應納入災害預警的考量範圍內。

## 第六章 結論與建議

本研究整理大眾運輸危險預警資訊系統之現況，並研擬一套新的預警資訊系統，在大眾運輸面臨緊急危害時，能立即由各方蒐集正確有用之資訊，做出決策後，並有效率地傳遞決策至駕駛及車站等第一線人員，在千鈞一髮之際防止可能發生之災害。基於上述貢獻，本研究之結論與建議彙整如下。

### 6.1 結論

- 一、預警系統即在災害對大眾運輸造成安全上的威脅之前，於此關鍵時刻決策者必須蒐集完所有資訊，經過理解後了解目前整體之狀況。決策者依據這些手邊的資訊立即做出合理之決策，並立即透過管道將決策傳遞給第一線人員，才能在最緊急的時刻，防範大眾運輸遭受可能發生的意外。故理想的危險預警資訊系統，應達成有效率傳遞資訊、資訊傳遞一步到位、資訊完整無遺漏等目標。
- 二、從大眾運輸危險預警資訊系統之作業現況發現，一方面目前的預警資訊系統缺乏資訊傳遞效率，蒐集資訊的速度緩慢，資訊來源混雜且無法隨時追蹤。在這個關鍵之時刻，沒有效率的資訊蒐集將使得決策者錯過決策時機，導致難以挽回的悲劇發生；另一方面，經常於災害已經對大眾運輸造成乘客安全上的威脅時，才針業者才有因應之策略，這預警系統過於被動與遲鈍，故無法達成「預警」的目的，對於乘客、駕駛及車輛等安全有極大的威脅。
- 三、本研究研擬之大眾運輸危險預警資訊系統，考量不同預警階段對應的因應措施，並加入地勢等因素，讓危險預警系統能因應各種狀況。相較於原先鐵路客運業的資訊蒐集不足問題，本研究在研擬方案中建議更多元的資訊蒐集，並透過地理資訊系統等方式，透過圖層疊合將資訊整合在一起，讓資訊處理與使用上更有效率。公路汽車客運業則除了資訊蒐集不足以外，並且沒有一套完整的預警機制，故本研究將每種危險設計相對應的三個階段，每個階段大眾運輸業者必須有相對應的對策，才能讓大眾運輸的安全向上提升。

## 6.2 建議

- 一、後續研究可針對各大眾運輸業者路線之不同，依其沿線狀況之差異，訂定對應的警戒方式與警戒門檻值。在眾多資訊之下，資訊彼此之間要如何整合為門檻值，才可以當作啟動危險預警系統之依據。本研究雖然提出改道、減速及停駛等對應策略，但在各種警戒之下，行駛於半路中的大眾運輸車輛，以及停放於低窪地區場站之車輛，平時如何制定疏散規則、改道路線、集合地點與避難方式，讓大眾運輸之乘客、駕駛與車輛都能在安全的地方躲避即將面臨到威脅安全的災害，則必須仰賴後續有興趣的研究者或大眾運輸業者進行規劃，這些均攸關於乘客及駕駛的生命財產安全。
- 二、本研究中將大眾運輸業者分為七種組合，包含臺鐵、高鐵、捷運、國道客運等，雖然本研究假設每個組別之中遇到的危害狀況及資訊的蒐集上具有同質性，但每個組別內仍可能因為經營管理方式上之差異及路線之不同，故在資訊的處理上相異。故後續研究可探討即使是同一個組別的大眾運輸業者，其預警資訊系統上有任何差異，並要如何依照不同公司的經營風格，做到真正客製化的大眾運輸預警資訊之提供。

## 參考文獻

1. 王怡雯，「日月潭地區觀光發展問題之研究」，國立台中技術學院事業經營研究所，碩士論文，2007年7月。
2. 王琮美，「降雨條件與集水區出流量關係之探討」，國立中央大學土木工程研究所，碩士論文，2005年6月。
3. 江禾維，「山區道路地質災害潛勢之評估」，國立成功大學土木工程研究所，碩士論文，2006年8月。
4. 吳從龍，「山區道路邊坡崩塌潛勢之研究」，逢甲大學運輸科技與管理學系碩士班，碩士論文，2009年7月。
5. 吳俊銘，「降雨引發邊坡崩塌潛勢評估模式之建構」，國立中興大學水土保持學系博士班，博士論文，2005年6月。
6. 吳進書，「地方文化館政策網路之研究—以花蓮縣石雕博物館為例」，國立東華大學公共行政研究所，碩士論文，2010年7月。
7. 何鴻文等，「橋樑沖刷災害與相關之維護管理(2)—橋樑沖刷監測預警系統及其功能評析」，臺灣公路工程，第33卷，第1期，2-38頁，2007年1月。
8. 林福來，「以經驗公式預測基隆地區深開挖引致地表沉陷值之研究」，國立海洋大學河海工程學系碩士班，碩士論文，2003年6月。
9. 祝豫陽，「傳統機械產業企業資源規劃系統評選關鍵模組之研究」，南台科技大學高階主管企管碩士班，碩士論文，2005年6月。
10. 財團法人工程技術研究院，「桃竹苗地區洪水預警與防汛整合計畫」，行政院經濟部水利署第二河川局，2007年3月。
11. 夏漢民等，「建立洪水預警系統暨水利設施災害防救體系整合計畫」，行政院經濟部水資源局，2001年12月。
12. 陳松堂，「封橋應變作業程序」，交通部交通運輸研究所，2010年8月。
13. 郭振泰等，「颱風豪雨期間台北縣內水預警及決策支援模式規劃」，行政院經濟部水資源局，2001年12月。
14. 黃安斌等，「道路邊坡高效能監測系統研發與崩塌預警基準制定」，交通部科技顧問室，2002年9月。
15. 葉克家等，「中央管區域排水警戒雨量訂定先期計畫」，行政院經濟部水利署，2009年12月。

16. 溫怡玲，「我國颱風洪水制度建構之研究」，逢甲大學保險學系碩士班，碩士論文，2005年6月。
17. 黎杰倫，「沖刷樁基承受側向載重之變位分析」，國立成功大學土木工程研究所，碩士論文，2006年6月。
18. 劉英英，「超大豪雨量對橋墩沖刷影響之研究」，中華科技大學土木防災工程研究所，碩士論文，2010年7月。
19. 劉惠文，「公路橋樑基礎承受土石流衝擊之破壞模式研究」，國立成功大學土木工程研究所，碩士論文，2008年7月。
20. Pablo Suarez, et al., “Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area”, *Transportation Research Part D*, 10, 3, pp.231-244, May 2005.
21. W. Lawrence Neuman, “Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approach”, 3<sup>rd</sup>, 2000.
22. 內閣府，「大雨災害における避難のあり方等検討会報告書—いのちを守るための避難に向けて」，平成22年(西元2010年)3月。
23. 內閣府，「內閣府防災白書」，平成22年(西元2010年)3月。



## 附錄 問卷問項與備選答案

### 第一部分：

1. 請問貴公司目前考量到的行車安全潛在危險狀況包含哪些?(複選)

- 淹水     土石崩落或路基塌陷     橋樑斷裂     車輛翻覆  
 其他 \_\_\_\_\_ (請說明)

2. 貴公司考量到的行車安全的潛在危險狀況中，貴公司針對哪些狀況，會蒐集相關資訊，並做必要之處置?(複選)

- 淹水 (若勾選該選項，煩請回答第二部分問卷)  
 土石崩落或路基塌陷 (若勾選該選項，煩請回答第三部分問卷)  
 橋樑斷裂 (若勾選該選項，煩請回答第四部分問卷)  
 車輛翻覆 (若勾選該選項，煩請回答第五部分問卷)  
 其他 \_\_\_\_\_ (請說明)

### 第二部分：淹水

1. 貴公司車輛行駛的路段有發生淹水的危險時，貴公司所需資訊為何?

原始資訊	<input type="checkbox"/> 即時降雨量	<input checked="" type="checkbox"/> 累計總雨量	<input type="checkbox"/> 漲退潮時間
	<input type="checkbox"/> 水庫即時水位	<input type="checkbox"/> 排水系統績效	<input type="checkbox"/> 河川即時水位
經處理之資訊	<input type="checkbox"/> 降雨量預測	<input checked="" type="checkbox"/> 水庫洩洪資訊	<input type="checkbox"/> 河川水位預測
	<input type="checkbox"/> 豪大雨特報	<input type="checkbox"/> 淹水潛勢圖	<input type="checkbox"/> 海浪高度預測
	<input type="checkbox"/> 颱風警報及動態		

2. 這些資料來自於哪些部門或單位?(填寫本部分第一題有勾選之項目即可)

即時降雨量：_____	水庫洩洪資訊：_____
累計降雨量：_____	河川水位預測：_____
漲退潮時間：_____	豪大雨特報：_____
水庫即時水位：_____	淹水潛勢圖：_____
排水系統績效：_____	海浪高度預測：_____
河川即時水位：_____	颱風警報及動態：_____
降雨量預測：_____	

3. 這些資訊取得方式為何?

個別資訊的選項包含：

- 廣播     網站     電話     電視     報紙     傳真     衛星     軌道電路     無線電     其他  
 \_\_\_\_\_

4. 貴公司判定有淹水危險後之行動為何?

---

5. 貴公司決定停駛或減速後，分別以何種方式發佈給駕駛與旅客?

---

-----  
**第三部分：土石崩落或路基塌陷**

1. 貴公司車輛行駛的路段有發生**土石崩落或路基塌陷**的危險時，貴公司所需資訊為何?

原始資訊	<input type="checkbox"/> 即時降雨量	<input type="checkbox"/> 累計總雨量	<input type="checkbox"/> 累計降雨時間
	<input type="checkbox"/> 土壤含水量	<input type="checkbox"/> 邊坡監測位移量	<input type="checkbox"/> 地下水水位高度
	<input type="checkbox"/> 坡向及坡度	<input type="checkbox"/> 土壤組成成份	<input type="checkbox"/> 植被種類與面積
	<input type="checkbox"/> 地震斷層位置與觀測資料		<input type="checkbox"/> 邊坡滑動記錄
經處理之資訊	<input type="checkbox"/> 土石流潛勢溪流	<input type="checkbox"/> 土石流警戒	<input type="checkbox"/> 降雨量預測
	<input type="checkbox"/> 豪大雨特報	<input type="checkbox"/> 颱風警報及動態	
	<input type="checkbox"/> 地震前數秒之預警監測		

2. 這些資料來自於哪些部門或單位?(填寫前一題有勾選之項目即可)

即時降雨量：_____	地震斷層位置與觀測資料：_____
累計降雨量：_____	_____
累計降雨時間：_____	邊坡滑動記錄：_____
土壤含水量：_____	土石流潛勢溪流：_____
邊坡監測位移量：_____	土石流警戒：_____
地下水水位高度：_____	降雨量預測：_____
坡向及坡度：_____	豪大雨特報：_____
土壤組成成份：_____	颱風警報及動態：_____
植被種類與面積：_____	地震前預警監測：_____

3. 這些資訊取得方式為何?

個別資訊的選項包含：

廣播 網站 電話 電視 報紙 傳真 衛星 軌道電路 無線電 其他

---

4. 貴公司判定有路基塌陷或車道土石崩落危險後之行動為何?

---

5. 貴公司決定停駛或減速後，分別以何種方式發佈給駕駛與旅客?

---

-----  
第四部分：橋樑斷裂

1. 貴公司車輛行駛的路段有發生橋樑斷裂的危險時，貴公司所需資訊為何?

原始資訊	<input type="checkbox"/> 即時降雨量	<input type="checkbox"/> 累計總雨量	<input type="checkbox"/> 河川水位高度
	<input type="checkbox"/> 橋樑監測位移量	<input type="checkbox"/> 橋樑即時載重量	<input type="checkbox"/> 橋樑年齡
	<input type="checkbox"/> 橋樑觀測紀錄		
經處理 之資訊	<input type="checkbox"/> 降雨量預測	<input type="checkbox"/> 河川水位預測	<input type="checkbox"/> 水庫洩洪資訊
	<input type="checkbox"/> 地震前數秒之預警監測		

2. 這些資料來自於哪些部門或單位?(填寫前一題有勾選之項目即可)

即時降雨量：_____	橋樑觀測記錄：_____
累計降雨量：_____	降雨量預測：_____
河川水位高度：_____	河川水位預測：_____
橋樑監測位移量：_____	水庫洩洪資訊：_____
橋樑即時載重量：_____	地震前預警監測：_____
橋樑年齡：_____	

3. 這些資訊取得方式為何?

個別資訊的選項包含：

廣播 網站 電話 電視 報紙 傳真 衛星 軌道電路 無線電 其他

---

4. 貴公司判定有發生橋樑斷裂危險後之行動為何?

---

5. 貴公司決定停駛或減速後，分別以何種方式發佈給駕駛與旅客?

---

### 第五部分：車輛翻覆

1. 貴公司車輛行駛的路段有發生車輛翻覆的危險時，貴公司所需資訊為何？

原始資訊	<input type="checkbox"/> 風力觀測值	
經處理 之資訊	<input type="checkbox"/> 風力預測	<input type="checkbox"/> 颱風警報及動態
	<input type="checkbox"/> 地震前數秒之預警監測	

2. 這些資料來自於哪些部門或單位？(填寫前一題有勾選之項目即可)

風力觀測值：_____	颱風警報及動態：_____
風力預測：_____	地震前預警監測：_____

3. 這些資訊取得方式為何？

個別資訊的選項包含：

廣播 網站 電話 電視 報紙 傳真 衛星 軌道電路 無線電 其他

4. 貴公司判定有發生車輛翻覆後之行動為何？

\_\_\_\_\_

5. 貴公司決定停駛或減速後，分別以何種方式發佈給駕駛與旅客？

\_\_\_\_\_

### 第六部分：

1. 第一部分當中，「目前貴公司考量到的行車安全潛在危險狀況」及「貴公司針會蒐集相關資訊，並做必要處置之狀況」所勾選的項目是否有差異？若有，請說明為何貴公司即使考量有這些危險狀況，卻沒有蒐集相關資訊做必要的處置？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. 若貴公司欲針對「目前可能有危險的狀況，卻沒有蒐集相關資訊做必要的處置」的情形，建立一套機制處理之，則貴公司的需求為何？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_