

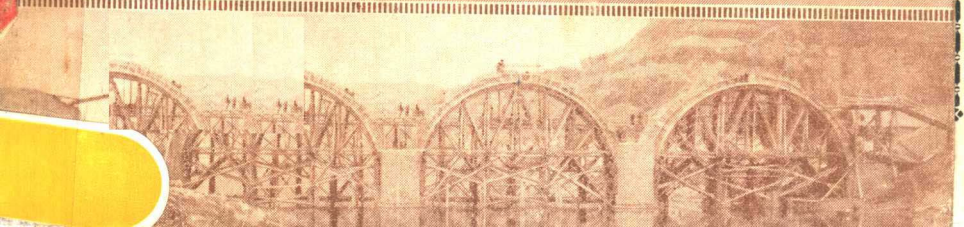
專 科 學 校 用 書

公 路 工 程

上 冊

方 福 森 編 著
張 烈 校 訂

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司



公 路 工 程

上 冊

方 福 森 編 著

張 烈 校 訂

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

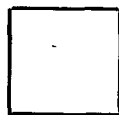
出 版

專科學校用書

公路工程

上冊

版權所有



不准翻印

一九五三年三月初版

《定價人民幣一萬七千元(新)》

編著者 方 福 森

校訂者 張 烈

出版者 中國科學圖書儀器公司

上海(18)延安中路537號

電話 64545 電報掛號 21075

總發行者 中國科技圖書聯合發行所

上海中央路24號304室

電話 19566 電報掛號 21968

分銷處 中國科學圖書儀器公司

南京：太平路32號

廣州：永漢北路204號

序 言

公路爲交通事業中重要之一環，蓋因公路之建築費用低，工程簡易，技術標準可伸可縮，而其路線又最具普遍性、深入性、及機動性。實爲城鄉物資交流，門戶短程運輸，以及配合輔助其他交通路線不可或少的一種交通路線。

目前我國公路事業，正隨國家鉅大建設，而大量發展。值此建設伊始，大量公路技術幹部之培養，自屬迫切。各工科學校公路工程系科之設置與名額，均在調整擴充。本書之編撰，主要係爲配合公路專修科之需要；但如作爲大學教本，亦可適用。

本書分上、下兩冊，上冊內容包括公路土壤，公路選線與測量，路線及橫斷面之設計，公路排水，路基工程，築路材料，及各種路面之鋪築方法等。下冊內容包括穩定土壤路面，路面結構性的設計，公路交叉口之設計，公路交通工程，公路附屬建築物，及公路養護等。每章之末並附習題數則，俾學者得以及時練習及解答。

本書注重實用，儘量作到深入淺出，一切高深之理論均力求減少，可供公路專修科一年，每週四小時之用。但如作爲中級交通幹部學校之教本，亦可適用。

本書儘量採用本國資料，蘇聯及其他各新民主主義國家的資料，亦在可能範圍內，儘量列入。中央交通部最近新頒佈之公路

工程設計準則，均經採用，並予以詳細之說明，使學者讀後，即能於實地上應用。

本書一律採用公制為度量衡單位，一切公式圖表原為英制者，均換算成公制，以便利應用而符合標準。書內名詞均按本國已經普遍使用者為準，若係習見或涵義顯著者，一律不加註西文。如有尚未習見或涵義不甚顯著者，則加英文腳註，但以首見者為限。

本書倉促脫稿，遺誤之處自所難免，尚祈海內賢達同志，幸賜指正，以期改進，實深感荷。

方福森識於南京工學院

一九五二年八月

目

錄

第一章 緒論..... 1-8

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| 1-1 公路之意義及演進情形..... 1 | 1-5 交通運輸之要素..... 5 |
| 1-2 我國公路沿革概況..... 2 | 1-6 公路分類..... 6 |
| 1-3 公路對於社會之影響..... 3 | 1-7 公路工程之內容..... 8 |
| 1-4 各種交通線路之比較及配合..... 4 | |

第二章 公路土壤..... 9-34

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 2-1 概說..... 9 | 2-10 土壤的承重力..... 19 |
| 2-2 土壤的成份..... 9 | 2-11 土壤的顆粒大小分析..... 21 |
| 2-3 土壤分類..... 10 | 2-12 土壤的稠度..... 22 |
| 2-4 土壤含水..... 11 | 2-13 土壤的體積變化..... 24 |
| 2-5 土壤之孔隙..... 12 | 2-14 土壤的含水當量..... 26 |
| 2-6 毛細作用與滲透性..... 13 | 2-15 最優含水量與穩定度..... 28 |
| 2-7 凝聚性、內摩阻性、和抗剪力..... 15 | 2-16 土壤穩定的原理..... 30 |
| 2-8 壓縮性和彈性..... 17 | 2-17 土壤縱斷面圖的測繪..... 31 |
| 2-9 土壤的冰脹和翻漿..... 18 | |

第三章 公路選線與測量..... 35-52

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 3-1 概說..... 35 | 3-7 初測..... 44 |
| 3-2 影響公路選線的因素..... 36 | 3-8 初測隊分組..... 45 |
| 3-3 選線原則..... 37 | 3-9 初測圖表..... 47 |
| 3-4 路線種類..... 40 | 3-10 定測..... 49 |
| 3-5 踏勘..... 41 | 3-11 施工測量..... 51 |
| 3-6 踏勘圖表..... 43 | |

第四章 公路路線設計..... 53-80

4-1 公路分等.....53	4-10 縱坡度.....67
4-2 地形分區.....54	4-11 坡道長度.....69
4-3 設計行車速度.....54	4-12 平曲線處的坡度折減率.....71
4-4 視距.....56	4-13 迴頭曲線.....71
4-5 平曲線最短半徑.....59	4-14 豎曲線最短長度.....72
4-6 視距與平曲線之關係.....62	4-15 豎曲線與平曲線之重疊.....76
4-7 緩和長度.....63	4-16 橋頭路線與隧道路線.....76
4-8 複曲線與反向曲線.....65	4-17 公路與公路交叉.....78
4-9 平曲線最短長度.....66	4-18 公路與鐵路交叉.....78

第五章 公路橫斷面設計.....81-106

5-1 公路橫斷面佈置式樣.....81	5-10 分車道.....97
5-2 汽車道寬度.....81	5-11 路基.....97
5-3 汽車道的行車能量.....83	5-12 邊坡.....99
5-4 電車道.....87	5-13 借土坑、廢土堆、與護坡道.....101
5-5 路拱.....88	5-14 人行道.....102
5-6 彎道超高.....92	5-15 緩行車道.....103
5-7 彎道加寬.....93	5-16 附屬設備.....104
5-8 超高加寬方法.....94	5-17 用地.....104
5-9 路肩.....96	

第六章 公路排水..... 107-140

6-1 概說..... 107	6-9 涵洞..... 122
6-2 邊溝和截水溝..... 108	6-10 涵洞的端牆和翼牆..... 126
6-3 街溝..... 111	6-11 涵洞設計要點..... 128
6-4 進水口..... 114	6-12 管涵的敷設..... 130
6-5 集泥池和窰井..... 116	6-13 涵洞水道面積之決定..... 131
6-6 橫向溝渠..... 117	6-14 地下水..... 132
6-7 坡槽..... 119	6-15 地下排水系統..... 134
6-8 過水路面..... 120	6-16 暗溝之應用..... 136

第七章 路基工程..... 141-167

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 7-1 基地之清除及刨掘..... 141 | 7-9 惡劣不穩定基地的特殊處理 156 |
| 7-2 路塹土石的分類..... 143 | 7-10 填築路堤所用土料..... 158 |
| 7-3 土塹挖掘方法..... 144 | 7-11 填築路堤的方法..... 159 |
| 7-4 開炸石塹的鑽眼方法..... 149 | 7-12 路堤的壓實..... 161 |
| 7-5 炮眼之裝填炸藥..... 151 | 7-13 路基對於路面的影響..... 164 |
| 7-6 引線之裝插..... 152 | 7-14 路基之改善及處治..... 164 |
| 7-7 炸石事後的處理..... 154 | 7-15 利用機械施工應注意之點.. 166 |
| 7-8 一般路堤基地的處理..... 155 | |

第八章 路面材料..... 168-197

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 8-1 概說..... 168 | 8-10 柏油..... 180 |
| 8-2 天然粒料..... 169 | 8-11 瀝青材料應具之性質..... 181 |
| 8-3 人爲粒料..... 171 | 8-12 瀝青材料之稠度試驗..... 182 |
| 8-4 粒料之機械性試驗..... 171 | 8-13 瀝青材料之加熱試驗..... 187 |
| 8-5 粒料之物理性試驗..... 174 | 8-14 瀝青材料之溶解及成份試驗 188 |
| 8-6 磚塊之試驗..... 176 | 8-15 瀝青材料之比重及均勻度.. 191 |
| 8-7 天然地瀝青..... 176 | 8-16 瀝青材料之分級..... 191 |
| 8-8 石油地瀝青..... 178 | 8-17 瀝青材料之選擇及裝運..... 193 |
| 8-9 液體地瀝青..... 179 | 8-18 瀝青粒料混合物之試驗..... 195 |

第九章 路面工程總論..... 198-212

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 9-1 路面分類..... 198 | 9-6 路面性質之比較..... 204 |
| 9-2 路面分級..... 199 | 9-7 路面之選擇..... 206 |
| 9-3 路面分層..... 200 | 9-8 鋪築路面時應注意之點.... 208 |
| 9-4 路面橫斷面形式..... 201 | 9-9 大塊石底層或基層..... 211 |
| 9-5 路面經濟性的比較..... 201 | |

第十章 土壤與粒料路面..... 213-224

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 10-1 天然土路..... 213 | 10-5 礫石路面..... 218 |
| 10-2 澆油土路..... 214 | 10-6 礫石路面之鋪築..... 220 |
| 10-3 沙土路面..... 215 | 10-7 細軋石路面..... 221 |
| 10-4 沙土路面之鋪築..... 216 | 10-8 煤屑路面..... 223 |

第十一章 碎石路面..... 225-247

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 11-1 水結碎石路面..... 225 | 11-10 貫入法瀝青碎石路面所用
之材料..... 238 |
| 11-2 水結碎石路面所用石料之
級配..... 226 | 11-11 熱貫法瀝青碎石路面之鋪
築..... 242 |
| 11-3 水結碎石路面之鋪築..... 227 | 11-12 冷貫法瀝青碎石路面之鋪
築..... 243 |
| 11-4 泥結碎石路面..... 229 | 11-13 拌和法瀝青碎石路面..... 245 |
| 11-5 泥結碎石路面所用之材料..... 229 | 11-14 鋪築瀝青碎石路面應注意
之點..... 246 |
| 11-6 泥結碎石路面之鋪築..... 231 | |
| 11-7 水泥結碎石路面..... 232 | |
| 11-8 水泥結碎石路面之鋪築..... 235 | |
| 11-9 瀝青碎石路面概說..... 237 | |

第十二章 中級瀝青路面..... 248-276

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 12-1 概說..... 248 | 261 |
| 12-2 瀝青透層..... 249 | 12-11 鬆級配式路拌瀝青路面之
鋪築..... 262 |
| 12-3 瀝青粘層..... 250 | 12-12 密級配式路拌瀝青路面..
..... 265 |
| 12-4 瀝青封層..... 251 | 12-13 密級配式路拌瀝青路面之
鋪築..... 267 |
| 12-5 瀝青表面處治路面..... 253 | 12-14 廠拌冷鋪瀝青路面..... 268 |
| 12-6 瀝青表面處治層之材料用
量..... 255 | 12-15 廠拌冷鋪瀝青路面之鋪築..... 270 |
| 12-7 鋪築瀝青表面處治層之準
備工作..... 255 | 12-16 廠拌砂地瀝青路面..... 272 |
| 12-8 瀝青表面處治層之澆鋪..... 258 | 12-17 路拌砂地瀝青路面..... 274 |
| 12-9 瀝青乾層..... 259 | |
| 12-10 鬆級配式路拌瀝青路面..
..... 261 | |

第十三章 高級瀝青路面..... 277-301

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 13-1 概說..... 277 | 13-7 片地瀝青路面之分層.... 287 |
| 13-2 片地瀝青路面所用之砂.. 278 | 13-8 地瀝青混凝土路面概說.. 288 |
| 13-3 片地瀝青路面所用砂之配
合..... 279 | 13-9 地瀝青混凝土路面所用之
材料..... 290 |
| 13-4 片地瀝青路面所用之礦質
粉料..... 282 | 13-10 地瀝青混凝土混合料.... 292 |
| 13-5 片地瀝青路面所用地瀝
青膠..... 283 | 13-11 加石片地瀝青路面混合料 293 |
| 13-6 片地瀝青路面混合料.... 286 | 13-12 高級瀝青路面材料之拌和 295 |
| | 13-13 高級瀝青路面之鋪築.... 298 |

第十四章 水泥混凝土路面..... 302-327

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 14-1 概說..... 302 | 14-8 混凝土路面混合料..... 314 |
| 14-2 路面厚度及接縫..... 303 | 14-9 鋪築路面前路基之準備.. 316 |
| 14-3 橫向縮縫..... 304 | 14-10 混凝土之拌和與攤鋪.... 316 |
| 14-4 橫向伸縮..... 305 | 14-11 混凝土之整平與光面.... 319 |
| 14-5 縱向接縫..... 308 | 14-12 混凝土之溼治..... 323 |
| 14-6 鋼筋之設置..... 309 | 14-13 混凝土底層..... 326 |
| 14-7 混凝土路面所用之材料.. 312 | |

第十五章 塊料路面..... 328-348

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 15-1 概說..... 328 | 15-7 石塊路面之鋪築..... 340 |
| 15-2 磚塊路面所用之鋼磚.... 329 | 15-8 小方石塊路面..... 341 |
| 15-3 磚塊路面所用之墊層.... 330 | 15-9 彈石路面概說..... 343 |
| 15-4 磚塊路面所用之填縫料.. 332 | 15-10 彈石路面之鋪築..... 343 |
| 15-5 磚塊路面之鋪築..... 333 | 15-11 木塊路面..... 345 |
| 15-6 石塊路面所用之石塊.... 338 | 15-12 其他塊料路面..... 346 |

第一章

緒論

1-1 公路之意義及演進情形 公路者，乃用公共之財富，建築而成的一條平坦地面，人民大眾均可使用之道路也。凡自動車、人力、獸力車輛、以及人類、牲畜等，均可行於其上，以作交通運輸之用。

公路是人類社會發展過程中，在一定的條件下，爲了生產的需要，所必然有的一種交通建設。公路之演進情形，係隨交通運輸工具之發展而改進。最初爲人措肩挑及馱運之小道，後因運輸較繁，乃製造人力、獸力車輛，於是有石板路、石塊路之開闢。十九世紀末葉，歐洲已開始修築大塊石路面、碎石路面、瀝青路面、和水泥混凝土路面等，但爲量甚少。

一九〇二年，內燃機發明，汽車起而問世。汽車的載重、速度均較人力、獸力車輛爲高，原有公路不足應付，所以各地大量鋪築瀝青路面和水泥混凝土路面，並加工研究如何改進工程技術標準。一九一五年時，已有人注意公路線路之裁彎取直、及坡度折減問題，公路技術標準大爲增進。

一九二二年以後，各地汽車工業進展甚速，製造式樣及產量大爲增加，故針對行車之需要，修築超級公路，專供高速的汽車行

駛，工程標準極高；並為節約工程經費，而致力於研究土壤穩定問題，實開公路工程一新紀元。

1-2 我國公路沿革概況 我國疆域廣大，歷史悠久，道路之修築，遠在三千年前周朝時即已開始。詩經小雅：“周道如砥，其直如矢”，形容當時道路之平直良好情況。周禮：“匠人經國，國中九經九緯，經涂九軌，環涂七軌，野涂五軌”，說明當時道路系統之規劃和道路寬度。

戰國時期有一種開闢山路的方法，即相傳至今所稱的棧道。史記高祖本紀索隱：「棧道，閣道也。絕險之處，傍鑿山巖，而施板梁為閣」。現在由陝西寶雞，經漢中，轉沔縣，以入四川廣元，劍閣而達成都的川陝公路，中有一段是戰國時所開金牛道的遺址，至今沿途還可看見古時棧道，在山巖上所鑿用以架設行車板梁的小方洞，和在峭壁裏開鑿出來的行車通道。就年代論，金牛道之開闢約當公元前三百餘年。

秦始皇開闢馳道，為我國公路建設史上一件大事，其後漢、唐兩朝繼續修築，線路四通八達，佈滿全大陸。後來又經過若干年的發展與維持，至一九一一年時，我國已有「驛道」約十五萬公里。在此種道路上所行駛的車輛，都是人力或獸力的。其運量和速度，較近代公路上所行駛的各種機動車輛相差甚大，因之「驛道」的標準，也較汽車公路的工程標準低得多。

從一九一一年起，海外築路方法和各式各樣的汽車，傳到了我

國。新式公路的修建，即代替了舊有的「驛道」交通。一九一三年，湖南省首先修築長沙至湘潭一段公路，行駛汽車。其後各省相繼修築，至一九三七年「七七」抗日戰爭前夕止，全國已有汽車公路約十萬九千五百公里。在八年抗日戰爭期間，爲了抗戰的需要，在大後方還修築了一些新的線路。但由於修築時之未能按照工程標準，及修築後之未能注意修繕、養護，致各地公路殘破不堪。

全國大陸解放以後，中央人民政府已大力不斷的，將舊有殘破不堪的公路加以整修，並興築新的線路。總計我國現有公路里程約爲十六萬公里，前途發展是不可限量的。

1-3 公路對於社會之影響 公路對於社會之發展至爲重要，茲就下列幾方面分別敘述之：

（一）經濟方面——公路能便利城鄉物資之交流，促進國內外貿易的發展。舉凡內地與海岸，工業區與農業區等產品的運轉，物資的交流，均有賴於公路。此外因公路之發達，促使各地經濟繁榮，物價減低，實亦爲公路無形之價值也。

（二）教育文化方面——公路對於推進教育文化的功效亦大。舉凡師生間知識之傳授，一般經驗文化之交流，環境衛生之改進，語言之統一等，均有賴於公路之完成。文化落後閉塞地區，常因公路之接通，而得到外來之文明。

（三）國家行政方面——公路對於國家行政方面，亦有偉大功

效。舉凡政令之推行，政策之號召，均有賴於公路。其次如各單位間之團結統一，國際間之友持合作，地方治安之維持，人口之疏散等，公路亦具相當的功效。

(四) 國防方面——爲維持和平，抵抗侵略，公路亦具相當的作用。蓋在戰爭時期，利用公路，以運輸軍隊、軍械、糧秣、輜重等至前方，及運送俘虜、傷兵等至後方；以及在空襲時，疏散市民等，均有賴於公路。

1-4 各種交通線路之比較及配合 近代之交通線路，不外乎陸路、水路、與空路三種，陸路中又有鐵路和公路之分。各種交通線路各有其優點與特性，故在運輸任務上，應有適當的分工與密切的連繫。茲將各種交通線路的特性分述於次：

(一) 水路——水路大多利用天然河流加以整理而成，或沿海岸行駛，或航行海洋中，故路線大多被自然所限制而曲折迂繞。船行水中，水流阻力甚小，故船行所需動力亦不至太大，因此水路運輸成本甚低。但水路運輸常受自然力的影響，例如風、霧、冰、潮等的阻礙，而速度不能過高，故載運龐大笨重、無時間性的貨物宜用之。

(二) 空路——空運須抵抗地心吸力和空氣阻力，故所需動力最大，但因其速度高，故最宜於運載輕小而有時間性的貨物，尤以客運及郵運宜用之；軍事上亦最重要。惜其亦易受自然力之阻礙，如風、霧、雪等；且其成本太高，安全性較低，故不能普遍採用。

(三) 鐵路——鐵路運輸速度大而且安全，其線路不受自然力的阻礙。運輸成本雖較水路為高，但較公路為低，故亦宜於載運大批笨重貨物，且可為長途運輸。其缺點即其工程標準甚高，建築工程浩大，投資費用過鉅。

(四) 公路——公路建築容易，所費不多，運輸工具輕小，易於伸縮調度。其路線之曲折起伏較鐵路為甚，路面顏色又與土地相似。車輛易於隱藏，不易為敵機所炸中。即使炸中，損失甚小，易於修復。故公路在國防軍事上，實有其特殊之功效。又因其運輸可以直達屋門，故對於短程城鄉運輸，和地方交通，亦有決定性的效能。但其缺點在於運輸成本較高，行車安全性較低，低級公路且常因雨雪而交通受阻礙。

由上可知，公路富普遍性，深入性，與機動性。其線路有時為獨立的重要交通幹線；有時與鐵路、水路、或空路相平行，以增高其運輸能量；亦有時為鐵路、水路、或空路的先鋒或支線，以補救其所不能達到之處。公路實亦為整個交通系統中重要之一環，應與其他交通路線相輔而行，共同發展，不可偏廢。

1-5 交通運輸之要素 無論何種交通運輸，均須具有下列四個要素，始能完成其運輸之任務：

(一) 線路——鐵路、水路、公路之線路，為交通上最基本的條件，如無線路，則雖有運輸工具，亦無法行駛。

(二) 運輸工具——鐵路如無列車、機車，公路如無車輛，水路如無船舶，空運如無飛機，則亦無法實行運輸，故各線路上之運

輸工具，實亦為交通上必要的因素。

(三) 動力——鐵路機車用煤燒水成蒸汽，以發生動力；公路汽車利用油料或木炭等以為動力；飛機利用汽油以生動力。如無此項燃料或動力，則亦不能實行運輸，只有望路而興嘆。

(四) 設備——鐵路、公路之車站、車場；水路之碼頭、倉庫；空運之機場設備，以及交通上其他必要的設備，如標誌、號誌等，均為運輸上不可或缺的要害。如殘缺不全，則亦無法實行運輸。

上述(二)項運輸工具之設計製造，屬於機械工程範圍；(三)項動力燃料之開採及生產，屬於採礦工程及化學工業範圍。(一)項線路和(四)項設備，屬於土木工程範圍。本書所討論者，僅及公路線路之築造及各項設備之安設而已。

1-6 公路分類 公路種類可以按不同方式劃分如次：

(一) 按公路行政管理系統而劃分：

1. 國道——凡聯絡數省市之重要幹線，及通入鄰國之國際線路均屬之，由中央或大行政區設機構直接管轄、興築、或保養。
2. 省道——凡聯絡省內各重要城鎮，並與省中心相通連之線路均屬之，由省設機構管轄、興築、或保養，並受大行政區之補助、監督、或指導。
3. 縣道——凡聯絡縣內各鄉鎮，並與縣中心相通連之次要線路均屬之，多由縣機構管轄、興築、或保養。

4. 鄉道——凡聯絡鄉內各村鎮，並與區鄉中心相通連之地方性線路均屬之，多由區鄉管轄、興築、或保養。
5. 城市街道——凡城市內連絡各工業區、住宅區、園林區、及市中心之幹道，或供市民進出房屋，及車馬行駛、停放之道路均屬之，由市設機構管轄、興築、及保養。

(二) 按公路在整個公路系統中，所佔的重要性而劃分：

1. 幹路——是整個公路系統中的骨幹。除少數連絡邊區的線路外，一般幹路運輸均甚繁忙。幹路常經過重要城市或工業農業集中地區，路的標準甚高。
2. 次要路——是連絡並輔助各幹路的道路。
3. 支路——是連絡並輔助幹路及次要路的道路。
4. 輔助路——與幹路平行，用以分擔幹路上一部份次要的運輸。
5. 地方路——是區間性的線路，多供農村使用。

(三) 按路的用途而劃分：

1. 森林路——線路分佈於森林區中，專供運輸林產之用。
2. 風景路——線路分佈於公園風景區附近，專供旅客遊憩之用。
3. 國際路線——線路接通外國，供國際運輸用。
4. 經濟路線——工業、農業、礦業各區內的線路，或其間之連絡線路。
5. 汽車專用路——專供汽車行駛的公路。