



蘇聯高等教育部批准爲
高等學校公路教材

道路建築材料試驗

М. И. 沃爾科夫 Ф. Н. 潘吉里耶夫著
清華大學工程材料教研組譯

人民交通出版社



蘇聯高等教育部批准為
高等公路學校教材

道路建築材料試驗

М.И.沃爾科夫 Ф.Н.潘吉里耶夫著

清華大學工程材料教研組譯

人民交通出版社

本書是按照道路建築專業教學大綱編寫的，是 M.И. 沃爾科夫等著的《道路建築材料》的補充教材。

書內按蘇聯現行國家標準及技術規範敘述石料、無機膠結材料、水泥混凝土、有機膠結材料、瀝青混凝土、木材、金屬等試驗方法，並附有實驗室技術保安指示。

本書可作為高等學校道路專業用書，並可作為公路系統及省市工程建設部門工程師、技術員、實驗員參考之用。

本書俄文本原文書名直譯應為《道路建築材料試驗實驗室作業參考資料》。

參加本書翻譯工作的是清華大學工程材料教研組：江作昭、邵一麟、胡多聞、劉元鶴、劉新民、李惠來、關振鐸、龔明治、佟一哲、許毓雲。

書號：15044 · 1078 滬

道路建築材料試驗

М. И. ВОЛКОВ Ф. Н. ПАНТЕЛЕЕВ

ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
ПО ИСПЫТАНИЮ ДОРОЖНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ
ГОРИЗАТ
МОСКВА, 1952

本書根據蘇聯道路出版社 1952 年莫斯科俄文版本譯出

清華大學工程材料教研組譯

人民交通出版社出版

北京安定門外和平里

新華書店發行

中科藝文聯合印刷廠印刷

1955年10月上海第一版 1957年1月上海第三次印刷

開本：787×1092 1/25 印張：12²/₂₅ 張

全書：262000字 印數：3111—4625冊

定價(10)：1.60元

上海市書刊出版業營業許可證出字第零零陸號

目 錄

緒 論	1
-----------	---

第一篇 建築石料

第一章 外部特徵觀察和岩石學特性	6
第二章 物理性質	11
第一節 比重	11
第二節 單位重	14
第三節 孔隙率和密度	17
第四節 關於水的性質（吸水率和飽水率）	18
第五節 耐凍性試驗	22
第六節 硫酸鈉溶液試驗法	25
第七節 膠結性試驗	27
第三章 力學性質	28
第一節 石料力學性質試驗試件的製備	29
第二節 抗壓強度試驗	31
第三節 撞擊強度試驗	34
第四節 耐磨硬度試驗	36
第四章 碎石試驗	41
第一節 試樣製備	41
第二節 級配之決定	41
第三節 單位重之測定	43
第四節 比重之測定	43
第五節 含水量之測定	44
第六節 吸水性之測定	44
第七節 壓力強度之測定	44
第八節 磨耗度之測定	45

第九節	碎石「保持性」試驗(硫酸鈉檢驗).....	47
第五章	卵石試驗.....	48
第一節	礦物成份.....	48
第二節	級配之決定.....	48
第三節	耐凍性試驗.....	49
第四節	強度之測定.....	50
第六章	砂之試驗.....	51
第一節	級配之決定.....	51
第二節	用膨脹法測定黏土質點.....	52
第三節	含水量之測定.....	53
第四節	用比色法測定砂中之有機混雜物.....	53
第五節	單位重之測定.....	54
第六節	比重之測定.....	55
第七節	滲透係數之測定.....	55
第七章	冶金礦渣試驗.....	58
第一節	石灰質離解之測定.....	58
第二節	鐵質離解之測定.....	59

第二篇 礦物質膠結材料

第一章	水硬性膠結材料.....	60
第一節	水泥細度之決定.....	61
第二節	比重之測定.....	63
第三節	單位重之測定.....	63
第四節	水泥漿標準稠度之測定.....	63
第五節	水泥凝結時間之測定.....	66
第六節	水泥漿體積變化安定性之測定.....	67
第七節	抗壓與抗拉極限強度之測定.....	68
第二章	氣硬性石灰.....	79
A.	試驗用試樣的製備	
B.	試驗方法	
第一節	氧化鈣含量之測定.....	79

第二節	水化速度之測定	80
第三節	測定水化速度簡法	80
第四節	石灰膏產漿量之測定	80
第五節	石灰膏中未水化顆粒數量之測定	81
第六節	水化石灰的含水量之測定	81
第三章	建築石膏和塑模石膏	82
第一節	試驗用試樣的製備	82
第二節	化合水含量之測定	82
第三節	細度的測定	83
第四節	石膏漿標準稠度之測定	83
第五節	凝結時間之決定	84
第六節	石膏抗拉強度之測定	85
第七節	抗拉強度快速測定法	85

第三篇 水泥混凝土

第一章	骨料質量的測定	87
A.	碎石及卵石的試驗	
第一節	外觀特徵之描述	87
第二節	級配試驗	88
第三節	SO ₃ 含量的測定	88
B.	砂的試驗	
第一節	級配的測定	89
第二節	含水率換算係數的測定	90
B.	拌合混凝土用水的試驗	
第一節	水試樣的選擇	91
第二節	水的含酸量的測定	92
第三節	硫酸鹽的測定(定性試驗)	92
第二章	水泥混凝土配合比的選擇	92
第一節	混凝土配合比的選擇	92
第二節	用絕對體積法選擇混凝土配合比例題	101
第三節	混凝土的工地配合比	107

第四節 混凝土抗壓強度的決定	107
第五節 混凝土抗彎強度的決定	111
第三章 建築灰漿	113
第一節 灰漿稠度的測定	113
第二節 抗壓強度的測定	114

第四篇 有機膠結材料(瀝青與柏油)

第一章 外觀特徵檢查	116
第二章 道路用黏性石油瀝青試驗方法	117
第一節 比重試驗	117
第二節 +25°與0°時標準針貫入度試驗	122
第三節 用標準黏滯儀測定黏滯性	125
第四節 延度試驗	126
第五節 軟化點試驗	128
第六節 瀝青有機溶劑溶解度試驗	130
第七節 瀝青加熱試驗	132
第八節 閃火點與着火點試驗	134
第九節 溶於水的化合物含量試驗	136
第十節 溶於水的酸與鹼的、含量的定性試驗	138
第十一節 含水量的測定	138
第三章 瀝青的特種試驗	141
第一節 瀝青組叢的測定	141
第二節 瀝青脆性溫度的測定	146
第三節 由各試驗結果決定黏性瀝青的標號	148
第四章 道路液體瀝青性質的試驗方法	148
第一節 用標準黏度計測定液體瀝青的黏滯度	148
第二節 液體瀝青部分組成的測定	152
第三節 360°以下沸騰的部分去掉以後的液體瀝青殘留物性質的測定	155
第四節 在開口坩堝裏的閃火點，溶於水的化合物及水的含量等的測定	156

第五章 煤瀝青、道路煤焦油與煤柏油性質的試驗方法	158
A. 煤瀝青性質的測定	
第一節 軟化點的測定	158
第二節 自由碳含量的測定	158
第三節 含水量的測定	159
B. 道路煤焦油性質的測定	
第一節 比重的測定	160
第二節 部分組成的測定	163
第三節 萘含量的測定	164
第四節 含水量的測定	165
B. 煤柏油(生煤柏油與合成柏油)性質的測定方法	
第一節 比重的測定	165
第二節 黏滯性的測定	165
第三節 部分組成的測定	166
第四節 餾出到 300° 沸騰出的部分以後 柏油的 殘渣軟化點的測定	166
第五節 煤柏油內 «自由碳» 與含水量的測定	166
第六節 酚與萘含量的測定	166
第七節 合成煤柏油的配製	171

第五篇 地瀝青和柏油的混凝土(地瀝青和柏油 混凝土混合物及地瀝青和柏油混凝土)

第一章 地瀝青混凝土品質的測定	173
第一節 試樣製備	173
第二節 外觀特徵檢查	174
第二章 組成材料性質的測定	175
A. 碎石(或卵石)的性質測定	
第一節 顆粒級配的測定	175
B. 砂的性質測定	
第一節 顆粒級配的測定	176

B. 礦物粉的性質測定	
第一節	乾篩法測定磨細度..... 177
第二節	用水洗篩分法檢定磨細度..... 178
第三節	比重的試驗..... 179
第四節	單位重的試驗..... 180
第五節	孔隙率(空隙度)的試驗..... 181
第六節	親水係數的試驗..... 182
Γ. 瀝青和柏油的選擇	
第三章 熱拌用地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物的性質	
試驗方法 184
第一節	實驗室內製備混合物..... 184
第二節	試樣製備..... 185
第三節	單位重的測定..... 188
第四節	飽水率(飽和含水量)的測定..... 189
第五節	膨脹的測定..... 191
第六節	極限抗壓強度的試驗..... 192
第七節	熱拌用地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物的組成測定... 195
第四章 冷拌用地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物的性質	
測定法 199
第一節	實驗室內製備混合物..... 200
第二節	試樣製備..... 201
第三節	單位重飽水性(飽和含水量)和膨脹的測定..... 202
第四節	試樣抗壓強度的測定..... 202
第五節	冷拌用地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物組成的測定... 203
第五章 地瀝青混凝土和柏油混凝土道路路面性質的測定法 ... 203	
第一節	試樣製備..... 204
第二節	不破壞結構的試樣單位重測定..... 204
第三節	不破壞結構的試樣飽水性(飽和含水量)測定..... 205
第四節	不破壞結構的試樣膨脹的測定..... 205
第五節	澆鋪道路路面的地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物組成的測定..... 205

第六節 由取自地瀝青混凝土或柏油混凝土道路路面的樣品製備標準試樣	205
第六章 地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物的組成設計	207
A. 根據地瀝青膠結物設計熱拌地瀝青混凝土混合物的組成	
第一節 地瀝青膠結物組成的設計	208
第二節 地瀝青砂漿的設計	211
第三節 粗骨料的選擇(碎石或卵石)	212
第四節 地瀝青混凝土的校核試驗	213
B. 根據地瀝青膠結物來設計地瀝青混凝土混合物配合比的例題	
第一節 地瀝青膠結物的設計	213
第二節 砂質地瀝青混凝土混合物配合比的設計	214
B. 根據蘇聯內務部公路總局技術規範設計熱拌地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物的配合比	
Γ. 根據蘇聯內務部公路總局技術規範設計地瀝青混凝土混合物組成的例題	
II. 冷拌地瀝青混凝土和柏油混凝土混合物配合比的設計	
第一節 決定骨料間的數量比例(細碎石、砂和礦物粉)	225
第二節 測定製成混合物所需液體瀝青或柏油的數量	226

第六篇 建築木材

第一章 用外部特徵判定木材的種類	228
第二章 木質的顯微結構	230
第三章 木材物理及力學性質的測定	231
A. 試件製備	
B. 測定木材的物理性質	
第一節 數出木材在1公分內年輪的數目並求出夏材的百分比	232
第二節 含水量之測定	234
第三節 線向乾縮的測定	235
第四節 體積乾縮的測定	237

第五節 單位重的測定	238
B. 木材力學性質的測定	
第一節 木材順紋抗壓極限強度	240
第二節 測定橫紋抗壓極限強度	242
第三節 木材靜力彎曲極限強度的測定	244
第四節 順紋剪切極限強度的測定	246
第四章 木材主要疵病的鑑定	249
第一節 節	249
第二節 樹幹形狀方面的疵病	251
第三節 木材構造上的疵病	252
第四節 不正常的沉集	254
第五節 裂縫	254
第六節 創傷	256
第七節 不正常的變色和腐朽	257

第七篇 金屬材料(主要的黑色金屬 ——鋼及生鐵)

第一章 放大鏡分析	259
第二章 顯微鏡分析	262
A. 鋼及生鐵之顯微鏡結構檢驗	
第一節 鋼	268
第二節 生鐵	271
第三章 金屬之力學試驗	273
第一節 抗拉強度試驗	273
第二節 撞擊韌性試驗	280
第三節 硬度試驗	281
第四節 冷彎試驗	286
第五節 火花試驗	287
第六節 合金的結構與力學性能之間的關係	288
道路實驗室技術保安指示	289

緒 論

蘇聯人民在偉大的列寧-斯大林黨的領導下，正在進行着共產主義建設綱領，提前完成了戰後的斯大林五年計劃，建立了爲今後鞏固和發展國民經濟的強大的經濟基礎。

隨着工農業投資的增長，道路建設也在飛快地發展着。

在祖國廣闊的土地上進行的大規模的建設中，建築材料是佔有非常重要地位的。

爲了修建道路、橋梁、工業及民用的道路建築物，使用着各種建築材料，其中佔主要地位的有石料、水泥混凝土、瀝青混凝土、木材和金屬。爲了使道路建築物具有必要的強度和耐久性並且經濟起見，必須使所用的材料具有適合於建築物工作條件的性質，以及適合於建築、開採、加工或材料製備的操作過程的性質，而在個別情形下，並須使材料運輸不感困難，材料價格不能太高。

道路建築材料即使在某種範圍以內，也有着不同的技術性質，也就是說有着不同的物理、化學及力學性質的總和。材料的性質是由它的組成物質、組成物質之間相互的位置以及其相互之間的聯繫來決定的，即以其成份、構造和組織來決定的。

材料的性質並不是固定不變的，因爲材料本身所起的變化以及周圍環境對它的影響都能改變材料的性質。

環境的影響是由力學的、物理的、化學的、有時甚至有生物化學的作用等錯綜複雜的結合來決定，而由於材料天然的和使用的工作條件的不同，以及道路建築物構造的不同，上述的一些因素中可能有個別因素有着重要的意義。

各種組成和結構複雜的材料更易受周圍環境的影響；至於與周圍環境接觸較多的表面，也很容易促進這些作用的發生。

此外，還必須考慮到材料的性質會隨其狀態的變化而變化。例

如，某些石料在潮濕狀態下顯著地降低了強度，瀝青和柏油會隨溫度的改變而改變黏滯度等等。溫度和濕度的綜合變化影響，碳酸的作用，空氣中和水中的氧氣以及其他的因素都能使石料遭受破壞，也能使金屬銹蝕，使有機膠結材料「老化」；礦物水以及其他侵蝕性的水都能使某些水泥漿和混凝土破壞。汽車通過時所發生的動和靜荷載、建築物各個部分的重量、風壓力等等除了引起可能有的力學變形外，還在不同程度上促進物理化學因素的作用，最後或多或少地引起材料性質的變化。

必須考慮到，可能在各種情況下使用具有一定性質的材料，所以要決定由該材料製造的構件的尺寸、形狀和工程建築物的結構形式，以及施工技術的標準。

因此，對於估計建築材料的質量來說，它們的技術性質具有重要的意義，這些性質是指那些在製造材料的生產過程中以及施工時能決定材料品質的性質。

這些性質在很大程度上決定於材料的物理力學性質。因此，關於技術性質的近似概念，除了直接的測定以外，還可以從測定材料的物理力學性質以及由研究材料的外表特徵的結果得出。

就採用的建築施工方法和各該築路機器和機械站來說，建築材料除了強度以外，還必須具有適當的技術性質。例如，對修建道路建築物的水泥混凝土構件來說，水泥混凝土的性質（稠度、不易分層的性質、足夠的凝結時間、易拌合性、易澆注性、搗實性）應適合於混凝土攪拌機的形式、長途運輸的條件、澆注和搗實方法，而相反地，施工方法和機械的選擇，則應該與材料的技術性質相配合。

為了合理地選擇建築材料，並確定它的最適宜的尺寸和形狀，以便在建築物各部分中合理地使用這些材料，為了正確地選擇材料成份中（例如在混凝土中）骨料的數量和質量，道路及橋梁建築工程師應該善於根據各方面的研究和材料的組成、構造及技術性質來確定材料的質量，也就是說要善於根據材料性質而確定其適合於具體使用場合下的技術經濟要求和條件的程度。正確地估計材料的質量，對於合理的使用材料、延長使用期限和使建築物各個部分的尺寸都很合理，是

有幫助的。

爲了正確地組織製造材料和產品的以及建築工程施工的操作過程，爲了使製造和施工達到很高的質量和消除廢品，必須善於在生產的每個階段進行材料質量的鑑定，也就是正確而及時地組織原料、半成品及輔助材料的質量檢查，以及製造建築材料操作過程時的檢查。

材料試驗是按照一定的計劃和規定的方法在道路實驗室中進行的。此種方法是由蘇聯國家標準或主管機關的技術規範所規定的。

建築材料試驗方法的本身包括某種條件性，這些條件性是要以數量較少的試件在不變的標準條件下和儘可能短的期間內，使用較簡單的儀器來測出結果。除了實驗室內的試驗以外，在個別情形下，還在建築物中直接測定材料的某些性質（例如瀝青及水泥混凝土）。

所有試驗共分二類：

1. 粗略的試驗 比較簡單，完成此種試驗不需要複雜的儀器設備，並且在很短的時間內就可做完。粗略的方法用在工地上，同時也用在實驗室中，以預先判斷材料的性質。在許多情形下粗略法常用於生產過程中的檢驗工作，但要記住，做這種試驗也要像在實驗室中做試驗那樣精細。

2. 精細的試驗 普通在配備有特殊儀器設備的實驗室中進行。這種試驗大多需要較長的期限。

建築材料各種性質的試驗可分爲必做的試驗（按技術規範及蘇聯國家標準之規定）和專業的試驗（不一定要做，但最好能做）。第一類試驗包括對於判明材料質量來說是很必要的一些性質測定。第二類試驗則補充第一類試驗的結果，使它們的數值更精確。把試驗分爲必做的和專業的是有條件的，因爲每種材料都有它自己的特殊性質。此外，因爲材料在建築物上構成的結構所處的自然條件極爲不同，故在個別的情形下，按材料的外部特徵研究了它的特性及預定的使用條件後，應製訂精確的試驗計劃。

除了已指出的試驗種類之外，爲了粗略地判斷材料的性質還可採用選擇的試驗，即測定普通的一兩種最有特徵的性質。同時試驗的方法最好是比較簡單的（例如對石料則做單位重或吸水率等試驗）。當

對於一定種類的材料，在其各個性質之間已經建立了數字上的關係時，則選擇試驗具有特殊的價值。

整個試驗範圍包括下面幾部分：

1. 預先檢查材料並描述它的外觀特徵，同時應該特別注意材料的特點，在一定的自然條件下，這些特點能使材料在建築物的使用上發生影響。因此，在做計劃、選樣品以及進行試驗時，都應該考慮到材料的特點。

2. 按照材料預定的使用情況（構造、自然因素等）並考慮到材料本身的特性，根據技術規範和蘇聯國家標準的要求來作試驗計劃。

3. 爲了適應試驗計劃，並考慮材料的特點，應選擇有代表性的材料作爲樣品。

在產地（採掘場）、工廠及在實驗室進行樣品選擇時，必須注意到所選取的樣品能確切地反映所試驗材料的質量。假如材料不均勻且難於選出有代表性的樣品（例如大塊圓滑的石料），那麼就要選出較好和較壞種類的樣品以作試驗，並指出每一種樣品的含量百分比。在應用材料的過程中，當材料分類感到困難時，可用有代表性的樣品來表示材料的性質，但在這種情形下，必須指出材料性質指標變動的範圍。因此選擇試驗所用的代表性樣品時，不僅要以材料的外觀檢察的結果作爲根據，而且還要考慮它的礦床條件（對於天然材料來說）或者製造條件（對於人造材料來說）。假如材料是從基地的倉庫領來的，還要考慮存放的條件。

4. 選好的樣品在編好相當的號碼之後就拿來做試驗。分析材料的組成或驗定組成它的物質，是試驗的最重要部分之一。按照所測定的對象，分析試驗分爲化學分析、礦物分析、顆粒分析、岩石學分析以及其他的分析等等。

在進行某種試驗或者分析的時候，要遵守下列的指示：

1. 實驗室所有的儀器設備都要合乎標準，儀器的準確度和度數應該在規定期限內經常檢查。儀器在試驗之前應該保持清潔，校正並檢查一次。

2. 在試件編號（按實驗室記錄中所排的號碼）之後，必須注意不

要換動試件。假如號碼是用墨寫的或者是用不會被洗掉的顏料（或者是標籤）寫的而被損壞時，則應馬上將它補寫好。

3. 必須整齊和精確地在實驗室記錄中按規定格式記錄，並附以（在需要的地方）試驗的條件和所用方法的指示。記錄應在量度之後立即記好，而不要靠記憶。結果數值應該在校核之後謄寫在實驗室記錄中。在實驗室記錄中改數據是不允許的。所有的數學演算應該與試驗同時進行。在任何情形下，一切記錄草稿必須保存到草稿最後謄正並交出結果之時。

4. 必須注意試驗工作桌上的清潔，在其上面的儀器、試劑以及小的輔助工具等，都應該排成一定的序列，這樣，不僅在很大的程度上減輕了工作，而且能保證試驗的精確性，這個序列中還包括經常放置儀器的試驗桌子。

5. 工作時應該嚴格遵守技術保安和防火指示（見附錄）。

實驗室的石料試驗是爲了確定主要岩石（製造建築石料的原料）的物理和力學性質。

岩石的質量決定於它的礦物成份、結構、組織和風化程度（新度）。除上述特徵外，石料的質量還決定於各石塊的形狀、尺寸和破裂面的粗糙程度。

因而在評定石料（碎石、塊石、條石、方石等）的質量時，必須以各建築石料的獨有特徵補充說明物理和力學性質的指標。

例如碎石的質量是決定於它的形狀和粗度、斷口表面的質量、有無顯微裂縫、它的邊緣性質以及其它等等。而條石的質量是決定於其形狀和尺寸的保持性，表面加工的性質以及其它等等。

所以在任何情況下當編寫作爲建築材料的天然石料的任何試驗計劃時，必須從描述它的外部特徵和岩石學的特點開始。

在決定岩石的質量時，僅根據它的用途（即不考慮在緒論裏所談的其它條件），表1^①所列的試驗和測定的各個項目是做爲道路建築材料的技術規範。

第一章 外部特徵觀察和岩石學特性

一般概念 岩石學的特性是用肉眼觀察石料試件的外部特徵而得出的。

① 主要的道路建築材料的技術規範，試驗和驗收的方法。道路出版社，1948年。