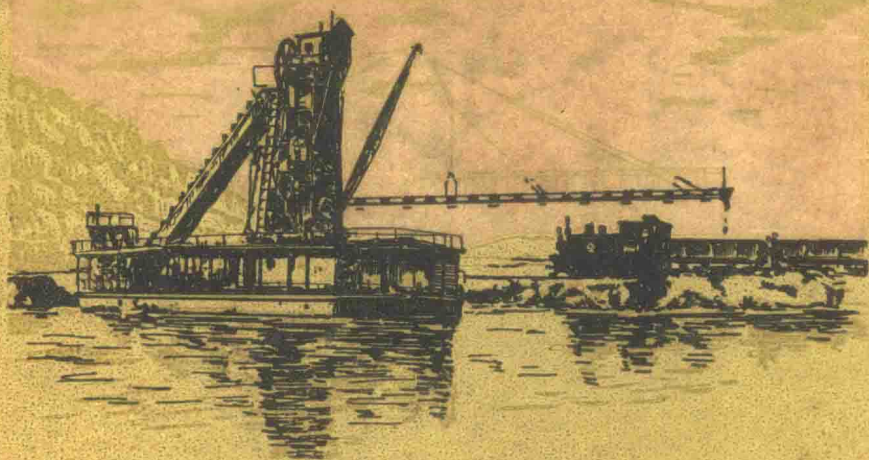




三門峽工程叢書

黃河三門峽水利樞紐 砂石生產

黃河三門峽工程局編

三門峽工程叢書

黃河三門峽水利樞紐 砂石生產

黃河三門峽工程局編

水利電力出版社

黃河三門峽水利樞紐砂石生产

黃河三門峽工程局編

*

2282 S 700

水利电力出版社出版(北京西郊科学路二里内)

北京市书刊出版业营业许可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168_{1/32}开本*9₁₆印張*223千字*定价(第10类)1.90元

1960年6月北京第1版

1960年6月北京第1次印刷(0001—3,820册)

內 容 提 要

本书是黄河三门峡工程局在大坝混凝土的砂石生产中所取得的經驗总结。全书分为两篇，共九章。第一篇主要敘述了料場的勘探、篩洗場的土建和篩洗工艺的設計，第二篇着重說明了设备安装方法和砂石生产的要求。其次，在設計中对篩分机生产率計算和支架振动計算等所存在的一些問題，作了較詳細的分析和討論，此外，还对如何提高机械利用率以及如何控制細砂流失等問題，也都分別作了論述和提出了解决办法。最后，作者对机械化生产砂石的几个問題提出了自己的看法，并由有多年工作經驗的工人同志們对各种主要机械的檢修限度和修理間隔時間作了适当的修正。本书內容丰富，可供有关水利水电建設設計和施工人員工作参考。

前 言

三門峽水利樞紐工程采用天然砂砾石作为混凝土的骨料。在砂砾石开采工作中，使用了大规模的机械化联合作业来进行生产。骨料的机械化生产，不仅满足了制造大坝混凝土的需要，还满足了混凝土质量的要求。同时，由于骨料单价低廉，也显著地降低了整个工程的造价。

砂石篩洗場的位置，經過縝密的普查、勘探和經濟比較，選擇在坝址上游 54 公里的靈寶澗河（即宏農河）河口。采區面積約 140 萬平方米，儲量 570 萬立方米（按有效層 5.0 米計算）。砂砾石平均厚度 5.75 米，復蓋層不厚，平均僅 27 厘米。采區地下水十分充沛，故采用了鏈斗式采砂船 6 只作為采挖機械。砂石原料用采砂船挖起，裝入岸上的運輸列車運往篩洗場。列車是由容積為 3.5 立方米的礦車 23 輛組成，用 0-8-0 型蒸汽機車牽引。全廠共使用機車 12 台，礦車 215 輛，軌距 762 毫米的鐵路共 18 公里。篩洗場設三組獨立的篩分沖洗系統，每組設有 TTT-33 型篩分機 4 台，C-175 型螺旋洗砂機 4 台，OCCM-547 型沉砂槽 4 台，碎石機 2 台以及幾種不同寬度的皮帶輸送機長約 820 米。由采砂船采來的砂石原料經過兩道篩分沖洗，分成五種粒徑的骨料成品，經皮帶輸送機堆存於堆料場。需用時，通過裝於料堆下廊道內的皮帶輸送機裝入 60 噸自卸翻斗車中。砂石列車經隴海鐵路和專用綫送到坝頭的混凝土工廠。另外，為了彌補細砂的不足，還附設了一處天然細砂開采場，用挖掘機和自卸卡車挖掘運輸，與其餘砂石一同堆放裝車。

砂石生產工藝的設計是在蘇聯專家的密切指導下進行的，在廠和生產過程里，也不斷地得到蘇聯專家無私的幫助。

建厂工作从1957年初开始，在上級党委、水利电力部、工程局党委的正确领导下，在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，工作中政治挂帅，大搞羣众运动，职工羣众干劲冲天，斗志昂揚，发揚了敢想、敢說、敢干的共产主义风格，大鬧技术革新与技术革命，再加上全国人民大力支援，克服了經驗不足与物質缺乏的种种困难，把这一座比較现代化的工厂从空曠的平地上建立起来了。1958年2月开始局部生产，同年8月全厂建成，开始全面生产。开工以后，通过技术革新与技术革命，职工們迅速掌握了操作和管理的技能。两年来，在提高操作技术、改进机械、突破机械生产定額、提高产品质量、改善安全設施以及降低生产成本等方面，都取得了比較显著的成績。

本书是由我局采砂厂职工集体編写而成的，在編写人員中，包括了設計技术人員、生产技术人員和生产、运轉、檢修、维护技工等同志。但由于編写人員經驗不足，水平不高，錯誤之处在所难免，深切期望讀者严格指正。

目 录

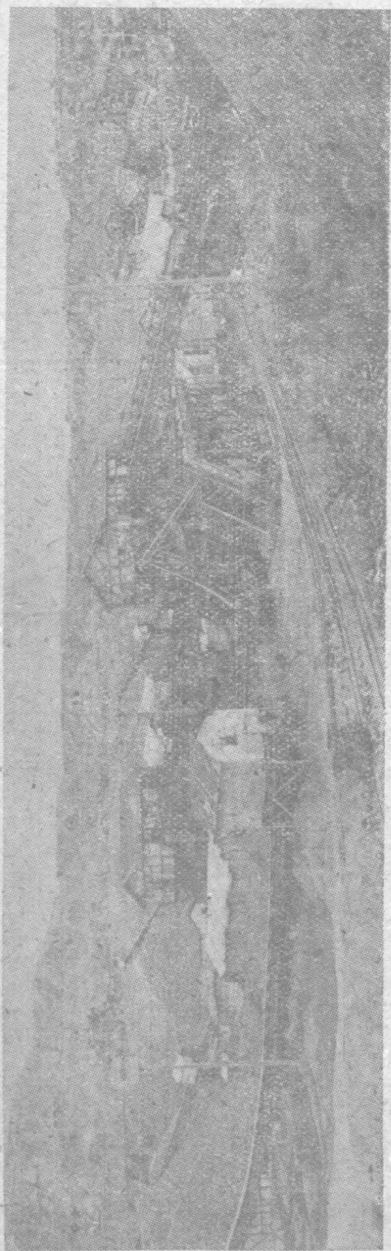
第一篇 設計部分

第一章 水工混凝土天然骨料的選擇.....	7
第一节 水工混凝土天然骨料的勘探	7
第二节 骨料产地的選擇	13
第三节 混凝土骨料級配	20
第二章 砂砾石开采設計	24
第一节 砂砾石开采总量	24
第二节 开采方法的選擇	31
第三节 开采运输綫路布置	33
第四节 开采运输设备数量的計算	40
第五节 行車組織	44
第三章 篩洗場工艺布置及皮帶輸送机設計	46
第一节 篩洗場位置的選擇	46
第二节 篩洗場生产能力的計算	47
第三节 篩洗場的布置	54
第四节 篩洗的工艺过程	56
第五节 皮帶輸送机的計算	66
第六节 篩洗場內的轉运裝置	74
第四章 土建結構及标准軌距鉄道专用綫設計	78
第一节 土建結構設計	78
第二节 标准軌距鉄道专用綫設計	104

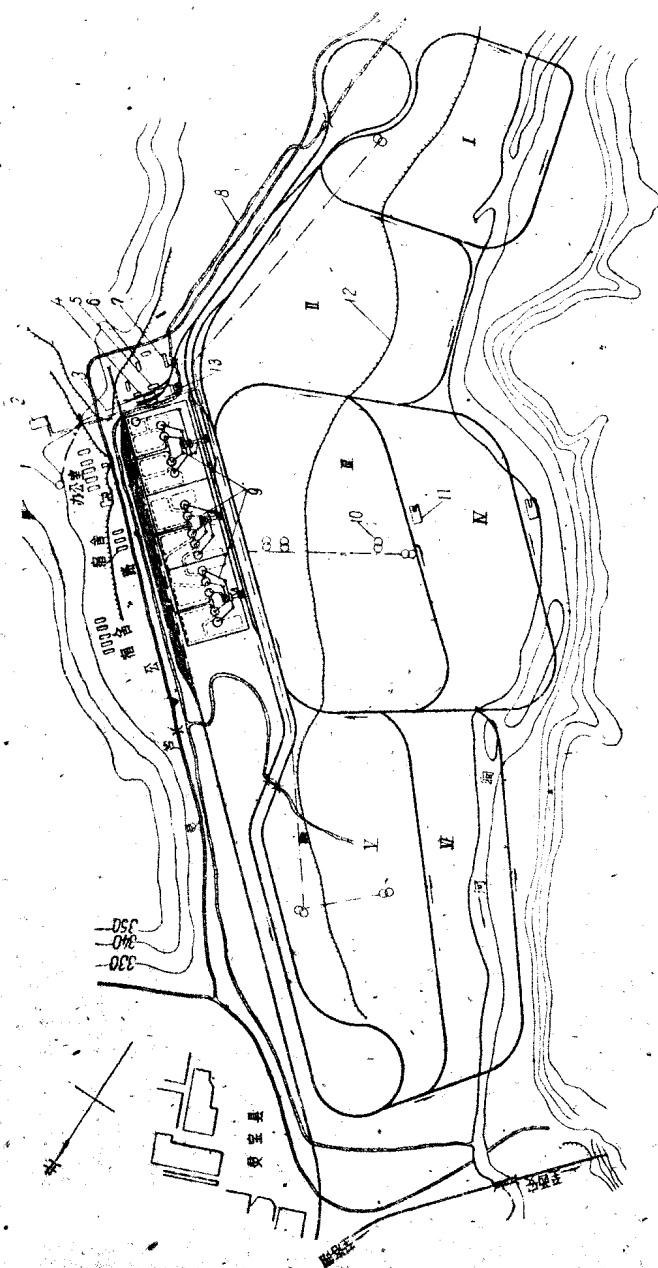
第二篇 生产部分

第五章 砂石开采	108
第一节 120立方米/小时鏈斗式采砂船的技术性能及主要組成部分	108
第二节 采砂船的安装	113

第三节	采砂船的生产	119
第四节	采砂船的技术改进和有关技术问题的商榷	132
第五节	細砂开采	137
第六章	厂内砂石运输	143
第一节	窄軌铁道鋪設和养护	143
第二节	0-8-0型蒸汽機車和3.5立方米矿車的主要构造及技 术性能	149
第三节	列車的运行	158
第四节	車务运输管理	162
第五节	機車和矿車的檢修	174
第七章	砂石篩分冲洗	181
第一节	篩洗机械的型式和技术性能	181
第二节	篩洗場机械设备的安装	189
第三节	篩洗場的生产	196
第四节	骨料堆存和裝車	207
第五节	篩洗机械设备的技術改进	211
第八章	供水、供电、修配所及其他	217
第一节	供水	217
第二节	供电	225
第三节	修配所	238
第四节	場地布置	240
第五节	备用骨料貯存場	242
第九章	进行机械化生产砂石的一些問題	248
第一节	生产机械的时间利用系数和配备数量問題	248
第二节	砂石生产的质量控制	255
第三节	机械管理工作	261
第四节	对机械化生产砂石的評價	266
附表		269



全場洗篩



灵宝河砂石筛洗厂总体平面布置示意图

1—蓄水池；2—3.3/6.6千伏变电站；3—生活用水干管；4—机罩修理库；5—翻砂车间；6—机械修理车间；7—翻砂车间；8—进水渠道；9—筛分冲洗场；10—变压器；11—采砂船；12—复盖层边线；13—进水池。

第一篇 設計部分

第一章 水工混凝土天然骨料的选择

第一节 水工混凝土天然骨料的勘探

水工混凝土天然骨料在水力樞紐工程地質勘探中占有重要地位。因为坝型的選擇和混凝土的成本，在很大程度上取决于天然骨料的質量、儲量以及开采和运输条件。

从1954~1956年对大坝所需的骨料先后进行了普查和勘探工作。普查工作是在坝址上游200公里至下游40公里的黄河河滩及黄、渭河右侧支流上进行的。初步設計阶段对坝址上游2公里的史家滩至62公里的稠桑河等九个产区进行了B級勘探。技术設計时仅选择了灵宝澗河产区作为A₂級勘探对象。

在普查中对黄河漫滩、支流河口沉积及风积細砂等产区对其成因、位置、形状、顆粒級配、儲量、埋藏深度(平均)、地下水位、附近交通等均作較詳細的描述。本节仅就其勘探工作分述于后。

一、勘探要求

在普查工作的基础上，决定采用坝址附近九个产区的天然砂砾石作为混凝土骨料的勘探对象，对勘探的要求如下：

- 1) 产地的選擇以距坝址愈近愈好，故勘探工作应由近而远；
- 2) 产地若位于洪水淹没区或地下水浸没区时，需考虑开采方法和水源的利用以及防洪措施。若在干燥缺水地段应考虑篩洗場的用水問題；
- 3) 产地剥土层不宜太厚，一般情况下要求不超过有效开采层厚度的15~20%；
- 4) 产地砂和砾石的含率以接近混凝土骨料級配为好，混凝土骨料級配砾石約为70%，砂子約为30%。

对于上述問題，勘探人員应提出处理意見，以供設計人員參考。

二、勘探方法

勘探应根据“水工混凝土天然建筑材料勘探規程”^①和“水工混凝土天然建筑材料取样規程”^②及“水工混凝土技術规范”^③，而进行。茲略述勘探工作中的主要内容如下。

1. 勘探坑孔的布置 勘探时应有适当比例尺的产区地形图，在此图上須将地質情况繪明，如岩石露头和各種岩类分布的范围等，借以指导勘探工作。勘探坑孔的密度按不同設計阶段的要求确定。技术經濟报告阶段应滿足 C 級精度要求，計算儲量断面間距为 800~1,000 米；初步設計阶段的勘探工作应达到 B 級精度的要求，計算儲量的断面間距为 400~800 米，儲量的誤差不超过 20~40%，在特殊情况下还应达到 A₂ 級要求，技术設計阶段的勘探精度应滿足 A₂ 級要求，計算儲量的断面間距为 200~400 米，誤差应不超过 10~15%。

主要勘探綫应尽量垂直于河流，并且尽可能等距和平行，縱橫綫之間要互相垂直，以便繪制地質剖面 and 計算儲量。每一条綫上坑孔的多寡及間距，取决于产区地形条件及复盖层厚度，但其数量不少于 3 个，以便联成一个完整的剖面。在对材料特性和数量可疑地段，应首先进行坑探，并且每条綫上至少先行开挖一个試坑，以探明材料和質量的概况。

勘探工作应以試坑为主，鉆孔为輔。試坑的作用主要是了解砾石和填充物的性質和分布情况。試坑截面为 5×5 米或 4×4 米，截面大小主要取决于开挖岩层的深度。鉆孔的作用主要是了解有

① 燃料工业部水力发电建設总局譯：“水工建設天然建筑材料勘察規程”，1955。

② 电力工业部水力发电建設总局譯：“水工混凝土天然建筑材料产地勘测与取样規程”，1956。

③ 黄河三門峽工程局生产技术处編：“黄河三門峽水利樞紐工程施工规范”，1958。

效层的厚度、埋藏深度和砂砾石质量及下伏岩层分布情况。在砂砾石层中钻进时，钻孔口径不应小于168毫米（套管），钻孔口径与砾石大小有关，一般以采用219和273毫米口径为宜。在纯砂层中钻进时，孔径可以缩小，如：91、110毫米（套管）。在钻进时不得任意向孔内加水，以免冲走小粒径的骨料，同时也不允许用十字钻或一字钻头来进行冲击，以免影响骨料天然级配。

2. 坑孔内容的野外描述 为了编写报告及作为工程设计的依据，必须把坑孔认真而细致地记录下来。

(1) 定名 砂砾石层内，砂的含量大于50%者，谓之砂夹砾石；砾石的含量大于50%者，谓之砾石，砂子为填充物。

(2) 砂砾的描述 描述的项目有：成分、组织结构、颗粒大小、颗粒形状、颗粒表面性质及坚硬程度。坚硬程度应根据试验室抗压试验来确定。

(3) 测验砾石中的其他成分 测验砾石中掺杂粒土的含量及颗粒组成，并对其它有害物质，如云母、碳质页岩、煤屑、粘土块等详细地加以描述。

(4) 柱状图的文字描述 对砾石粒径和钙质结核，应估计其含量的百分数，并详细记录取样的编号及深度。

(5) 砂子粒径的分类 砂子粒径的大小应按规范分类，并描述其颜色、矿物成分、颗粒形状及组成。对有害物质如云母、粘土杂质等应估计其含量。

(6) 柱状图上的砂砾分层 柱状图上的砂砾分层必须详细描述，不能混在一起。

3. 取样和野外试验 取样的目的，在于确定骨料的物理性质和化学性质，首先是其中有益的和有害的物质组成情况。勘探过程中应取岩样和试样。从钻孔中的某一段或某一点所取得的样品，叫做岩样；从一个岩层内选取的具有代表性的样品，叫做试样。岩样存放在工地料库，试样送试验室分析。岩样取量，一般用小布袋装1公斤左右就行了，对大于150毫米粒径的砾石可以不取样，但要详细记录弃掉的数量。试样的数量是根据试验室的要

求来确定的，一般需要100公斤左右，大于150毫米的不計在內。

取样的方法有三种：1) 全巷混合取样法，即挖槽法。在坑底上挖 0.4×0.5 米大小的槽子，垂直向下挖取，取出的砂砾石，即为試样。此法适用于深度小于4~5米的試坑，如超过5米或者遇有地下水，可用倍数吊桶法，即在开試坑时五桶或四桶內取一桶，或五鍬、四鍬內取一鍬。取出的試样如果超过試驗室的需要量，用四分法或二分法予以縮减；2) 全巷分层取样法，即逐层分別取样，这种方法能判断那一层好，那一层不好，并能了解各层砂砾石顆粒級配情况。分层取样也应分层試驗，以便于資料的整理与校核；3) 管点取样法，就是在鉆孔管中取出岩样的方法，每深0.5米或1米取一次岩样，如果岩层在此深度內有变化，应加取岩样。

野外試驗对砂砾石的顆粒級配常依工程地質分类表示。在室內整理分析时，应将工程地質分类換算成建筑材料分类，因工程地質分类和建筑材料分类不同(图1-1)，如按工程地質分类(根据粒徑大小)：大于200毫米者为蛮石；20~200毫米者为卵石；2~20毫米者为砾石；0.05~2毫米者为砂子；0.005~0.05毫米者为粉土；小于0.005毫米者为粘土；按建筑材料分类：大于150毫米者

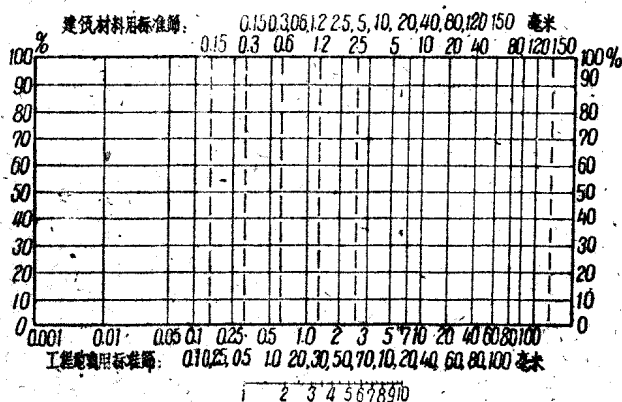


图 1-1 工地地质标准筛分析換算为建筑材料筛分析的对数网

为蛮石；5~150毫米者为砾石；0.05~5毫米者为砂子；0.005~0.05毫米者为粉土；小于0.005毫米者为粘土。

建議今后的勘探試驗逕按建筑材料标准分类，以减少換算工作，并可避免采用插入法計算后引起的誤差。

粒徑在5毫米以下的顆粒，在試驗室分析；5毫米以上的在野外分析。試坑挖完后，將試样用四分法或二分法予以縮減，然后作下列工作。

1) 称取1,000公斤左右的混合料，以确定砂和砾石的含率，并做顆粒級配分析(表1-1)。

表 1-1

砂砾石顆粒級配表

地 段	顆 粒 級 配							
	>150	150~120	120~80	80~40	40~20	20~5	5~0.15	<0.15

2) 在四分法的另一部分取75公斤砾石(粒徑5~150毫米)，和50公斤砂子(粒徑0.15~5毫米)，作为試样，送試驗室分析其化学性質和物理性質，并繪制砂子顆粒級配曲綫。图 1-2 中的阴影部分是良好的砂子級配範圍。

3) 取100公斤混合料(天然級配)作为副样存庫，以便查考。

4) 篩分后选取10~20公斤砾石作岩石成分鉴定和岩石顆粒表面性質、形状的鉴定(表1-2和表1-3)。

砾石中的針狀顆粒，指其最长軸比其他方向最大长度大3倍者；板狀顆粒指其厚度小于其他方向最小尺寸的1/3者。

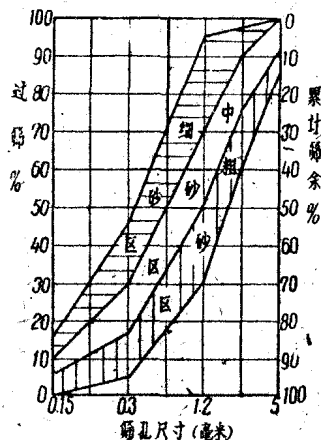


图 1-2 砂子顆粒級配曲綫

表1-2

砾石成分鉴定表

砾石 粒 徑 (毫米)	坚硬结晶岩		石灰岩				脆 弱 岩 石							
	和坚硬岩石		坚 硬		脆 弱		土 块		其他脆弱岩石		钙质结核		风化岩石	
	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%	重量	%
150~40														
40~20														
20~5														
平均百分率														

表1-3

砾石顆粒表面性質形狀鉴定表

蝕 圓 度	重量(%)	顆粒表面性質	重量(%)	顆 粒 形 狀	重量(%)
棱 角 的		溶 蝕 的		球 形	
輕 度 蝕 圓		粗 糙		橢 圓 形	
中 等 蝕 圓		平 滑		板 狀	
蝕 圓 的		磨 光		針 狀	

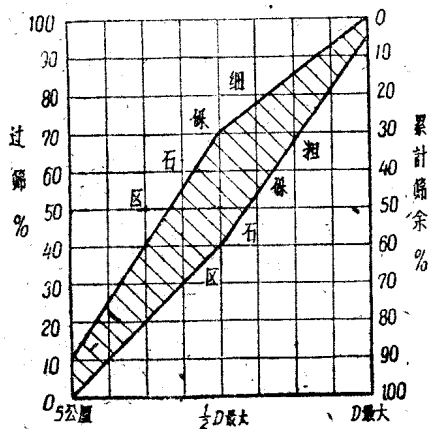


图 1-3 砾石顆粒級配曲綫

5)繪制砾石級配曲綫。取1吨左右的砾石进行篩分(干燥状态)。篩分規格为150、120、100、80、60、40、20及5毫米。篩分后将粒徑大于150毫米的砾石除掉,然后按照各篩上的砾石剩余量,計算篩余率,繪制顆粒級配曲綫(见图1-3)。在顆粒級配曲綫图中阴影部分,为砾石顆粒級配的

良好範圍。

6) 技術設計階段，在野外做容重試驗。體積為 $50 \times 50 \times 50$ 厘米。何處取樣即在何處作容重試驗，做容重的試樣應具有代表性。

4. 砂礫石的質量鑑定 砂礫石質量應根據國定全蘇標準4797-56所規定的鑑定項目和要求進行鑑定並列表（見本章第二節中表1-7、1-9）。

在各產區礫石中或多或少的都會有鈣質結核。為了確定鈣質結核性質及其對混凝土質量的影響，除做混凝土試驗外，還單獨對鈣質結核的抗凍性和抗壓強度進行試驗。抗凍試驗有兩種方法：一為化學法，用硫酸鈉溶液作循環試驗；另一方法為直接用冰箱凍融。抗壓強度按照浸水的和乾燥的兩種情況試驗，試驗方法與礫石相同。

勘探工作除上述的程序外還需整理資料，編制報表（整理的方法和編制的内容，可參閱本節所述的有關規程，不另贅述）。

第二節 骨料產地的選擇

一、產地的選擇

根據樞紐工程混凝土量，算出需要開采的骨料，結合各產地骨料的儲量、質量及開采運輸條件，放棄了六個產地，選擇了史家灘、南澗河、靈寶澗河下游等三個產地作進一步的比較（表1-4）。

在表1-4的比較中，靈寶澗河下游產地雖然運距較遠、并有開采期間受到水庫攔洪蓄水的限制等缺點。但全面分析後，該產地每立方米砂石成本還是最低的，開采機械也易取得，更重要的是砂礫石級配良好，因之每立方米混凝土的水泥用量少且技術性能較好。所以選定靈寶澗河下游產地作為樞紐工程骨料的“糧倉”。

二、靈寶產地骨料質量的論述

1. 水文、氣象 靈寶澗河是黃河右側的一條支流；河口距樞