

水工混凝土技术报告集

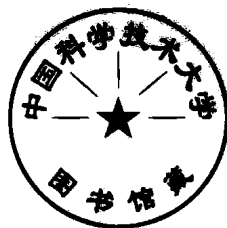
苏联 Б.Г.斯克朗姆塔耶夫主编

电力工业出版社

水工混凝土技术报告集

苏联技术科学博士 Б. Г. 斯克朗姆塔耶夫教授主編

張述严 邵鶴泉 褚德珊譯 張述严校



電力工業出版社

內 容 提 要

本書刊載了全蘇建築工作者工程技術學會和古比雪夫水力發電工程局於1953年6月在古比雪夫水力發電廠工程現場聯合舉行的水工混凝土技術會議上的技術報告。

這些報告綜合地闡明了一些水工混凝土技術問題。問題的內容包括混凝土的質量，水泥、混凝土的骨料與外加料，混凝土工作和鋼筋混凝土工作組織與機械化，混凝土的冬季施工等。

本書可供大型水利工程中的工程技術人員和工人閱讀，也可供這方面的科學研究、設計、施工機構及建築材料工業中的工作人員閱讀。

Б. Г. СКРАМТАЕВ

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1954

水工混凝土技術報告集

根據蘇聯國立動力出版社1954年莫斯科版翻譯

張述嚴 邵鶴皋 褚德珊譯 張述嚴校

449S66

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業登記證出字第092號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本·70印張·133千字·定價(第10類)1.00元

1956年10月北京第1版

1956年10月北京第1次印刷(0001—4,600冊)

序 言

苏联第十九次党代表大会通过了关于1951—1955年的苏联发展第五个五年计划的指示，其中包括苏联电气化事业的发展。

五年之内，电厂的总发电能力大约要增加一倍，而水力发电厂的总发电能力大约要增加两倍。一些大型的水力发电厂将要开始发电，其中，古比雪夫水力发电厂的发电能力为210万千瓦，卡姆水力发电厂、高尔基水力发电厂、明格齐乌尔水力发电厂、乌斯齐-卡明洛哥尔水力发电厂等的总发电能力为191万6千瓩。要扩大斯大林格勒水力发电厂、卡霍夫卡水力发电厂及新西伯利亚水力发电厂的建设工程，并且要在伏尔加河、卡姆河及额尔齐斯河等河流上开始建造一些新的大型水力发电厂。

在水力发电厂的建设工程中，混凝土和钢筋混凝土工程由于工作量的庞大而佔着主要地位，在很大程度上决定着工程的完成期限。仅指出下面的情况就够了：仅仅在三个正建造着的水力发电厂（古比雪夫、斯大林格勒和卡霍夫卡水力发电厂）中，在短促的施工期限内就将浇筑约1500万立方公尺的混凝土和钢筋混凝土。古比雪夫水力发电厂在施工最紧张的时期，在一年内就要完成混凝土工程300万立方公尺。

全苏建筑工作者工程技术学会决定要把综合水工混凝土方面的科学成就和先进施工经验的工作当作自己的一个任务，目的在于把这些成就和经验贡献给大型水利工程，首先是贡献给古比雪夫水力发电厂工程。

学会抱着上述目的，同古比雪夫水力发电工程局于1953年6月在古比雪夫水力发电厂工地联合举行了一个水工混凝土技术会议。

参加会议的有古比雪夫水力发电厂的约300名工人、工程师和技术员，还有科学研究院、设计院以及大型水利工程（莫斯科、

列宁格勒、基輔、明斯克、梯比里斯、塔什干、依里温、古比雪夫、高尔基、莫洛托夫、伊尔庫茨克、罗斯托夫-頓、新西伯利亞等城市)的70名学者和專家。

會議听取了 20 个水工混凝土 技术报告，报告中涉及的問題包括混凝土的質量，水泥、混凝土的骨料与外加料，混凝土和鋼筋工作的組織与机械化，混凝土的冬季施工等。

討論了这些报告並且对古比雪夫水力發电厂混凝土和鋼筋混凝土工程的施工情况作了了解以后，會議为大型水利工程，首先是古比雪夫水力發电厂工程制訂了一系列的解决这些問題的实际行动办法。

前来交流工作經驗的一些大型水利工程的代表們，在會議上的發言有很大价值，这些代表有伏尔加河-頓河工程的社会主义劳动英雄 А.А. 雪尔比林工程师等人，第聶伯河工程的斯大林獎金获得者 И.И. 康达洛夫教授，斯維尔工程的 П.С. 聶波罗西尼工學碩士，新西伯利亞水力發电厂工程的 К.А. 利歇特里科夫工程师，高尔基水力發电厂工程的 К.В. 阿列克謝耶夫工程师，卡姆水力發电厂工程的 К.В. 布尔卡科夫工程师等人。

本書刊载了會議上所有主要的报告。某些报告者的部分意見是經過了爭論的，有一些建議还未在实际工程中获得充分的考驗。會議上对 И.А. 基良柯教授所作關於混凝土中使用細砂的报告提出的反对意見特別尖銳。然而，本書还是刊载了所有报告的全部內容，因为对这些报告作了討論以后，整个會議的意見已在本書所刊载的決議中得到了反映。

會議号召古比雪夫水力發电厂工程及其他大型水利工程的建筑員工們提高混凝土工作的速度，保證混凝土的高等質量，節約水泥和降低工程費用，並为提前完成党和政府交給的建造大型水利工程建筑物的任务而更广泛地展开社会主义竞赛。

全苏建筑工作者工程技术学会組織局

目 录

序 言

- 第一篇 И.В. 柯姆津：古比雪夫水力发电厂
混凝土工程目前存在的問題…………… 5
- 第二篇 В.В. 斯托尔尼柯夫：
水工混凝土質量的改进…………… 9
- 第三篇 Г.К. 傑敏季耶夫：
水工混凝土耐久性的理論基础……………22
- 第四篇 Е.Ф. 佛烈伊哥贊尔：大型水利工程
混凝土施工的組織……………30
- 第五篇 В.А. 巴烏曼：混凝土施工
机械化的新式裝备……………39
- 第六篇 П.С. 聶坡罗西尼：大型水利工程
混凝土施工的机械化……………49
- 第七篇 Н.А. 符托罗夫：水工建筑物的
混凝土分部澆筑法……………72
- 第八篇 И.Н. 阿赫維尔陀夫：大体积混凝土建筑物的
混凝土分部澆筑法……………83
- 第九篇 В.Г. 斯克朗姆塔耶夫：塑化水泥
和防潮水泥在水工混凝土中的应用……………94
- 第十篇 Ц.Г. 庚茲布尔格：塑化剂在水工
混凝土中的应用……………99
- 第十一篇 В.В. 扎列斯基和 Ю.А. 罗扎諾夫：
評定水工混凝土碎石石料質量的原則…………… 105

第十二篇	B.B. 斯托尔尼柯夫, A.C. 古巴里:	
	細砂在水工混凝土中的应用.....	115
第十三篇	H.A. 符托罗夫: 細砂在水工	
	混凝土中的应用.....	122
第十四篇	H.A. 基良柯: 細砂在混凝土	
	和砂漿中的应用.....	128
第十五篇	B.A. 吐馬尼施維里:	
	細砂在混凝土中的应用.....	140
第十六篇	B.M. 密德維傑夫:	
	水利工程的混凝土冬季施工.....	148
第十七篇	Г.Ф. 道任科:	
	大型水利工程的鋼筋工艺.....	153
第十八篇	水工混凝土技术會議決議.....	166

第一篇 古比雪夫水力發電厂

混凝土工程目前存在的問題

И.В.柯姆津工程师

在共产党領導下的苏联人民，正在担当着建設共产主义社会的偉大任务。这些任务体现在苏联第十九次党代表大会的历史性決議中。党关于苏联第五个五年計劃的实现，是走向共产主义的一个重大步驟。

五年計劃在过去兩年中的执行結果令人信服地表明，苏联人民在經濟建設和文化建設方面获得了卓越的成就。这些成就再一次有力地显示出社会主义經濟制度比資本主义制度的巨大优越性。

第五个五年計劃中規定，要建造一些世界上最大的水工建築物。包括齐姆良水力發電厂在內的列宁伏尔加河-頓河通航运河，已在一年以前提前投入运行。

在全体苏联人民的積極支援下，古比雪夫水力發電厂成千的建築員工們，在偉大的俄罗斯河流——伏尔加河兩岸进行了三年的忘我劳动，使这个水力發電厂成为世界上最大的水力發電厂，並且是最高級的工程建築物。根据第十九次党代表大会的指示，古比雪夫水力發電厂应於1955年投入运行。

古比雪夫水力發電厂工程过去几年在建置居住設備、文化生活設備、交通綫、动力供应設備、施工基地以及在土方工程和混凝土工程工作面的准备工作方面，付出了頑强的劳动。

工程的自然条件是非常艰鉅的。开挖水力發電厂基坑时，曾經費了很大的劳力与地下水作斗争。1952年和1953年，施工圍

堰尚未完成时，春季的流冰与洪水通过了建筑物的轴綫，带来了不少麻煩。1954年的洪水特別大，不断的流冰連續流了五晝夜，当时，伏尔加河的洪水水位比往年高出很多，虽然如此，古比雪夫水力发电厂的員工們仍然胜利地完成了宣洩洪水的任务。

苏联科学院(AH CCCP)所屬的一些科学研究所和一些科学技术学会，在解决古比雪夫水力发电厂工程所遇到的問題上，給了我們很大帮助，积极地协助我們解决一些最复杂的技术問題。

有一些問題，像混凝土填砂土地基的压实問題，打钎樁的方法，强大的新式建筑机械以及古比雪夫水力发电厂独有的水力装备的創制，这些問題如果没有苏联科学界和工程界人士的协助，几乎是無法解决的。

古比雪夫水电建設已經进入混凝土和鋼筋混凝土工程广泛展开的阶段。大家知道，这些工程的工作量是龐大的。在古比雪夫水力樞紐的水力发电厂、溢流坝和船閘中，將要澆筑約750万立方公尺的混凝土和鋼筋混凝土。这个数量比世界上最大的同类型建筑物大出一倍到兩倍。在1954年和1955年內，古比雪夫水力发电厂的員工每年需澆筑300万立方公尺的混凝土。

为了完成这些数量的混凝土工程，古比雪夫水力发电厂工程建造了一些强大的混凝土工厂、鋼筋工厂和制造外壳板与模板的工厂。在採石場上建立了巨大的塊石碎石工厂。按照計劃的規定，要建立九座自动化的混凝土工厂，每座工厂的生产率为一晝夜2000立方公尺。此外，还要建立一座生产率相同的連續制备混凝土漿^①的工厂。

在下游船閘地区的一座混凝土工厂，在1952年年底即已投入生产，供給工程用的混凝土漿已經超过十万立方公尺。有兩座工厂已經在伏尔加河左岸建造完成。其余的七座將要在1953年

① 混凝土漿系凝結以前具有流动性能的混凝土混合物。——譯者

下半年投入生產。在伏尔加河兩岸的一些鋼筋桁架工厂，已經部分地投入生產。工程的第一个塊石碎石工厂正在进行生產，这个工厂每年可生產80万立方公尺的塊石和碎石。

建筑員工們在建造鋼筋混凝土建筑物时，会碰到許多極其复杂的問題，这些問題在施工人員和科学工作者的亲密合作下，是能够得到解决的。这种合作只有在苏联才能够办到。有苏联最出色的学者們参加的水工混凝土技术會議，现在就在古比雪夫水力發電厂建筑現場举行，这是非常令人愉快的事情。

在古比雪夫水电建設混凝土工作的技术和組織方面，存在着許多重大問題。例如混凝土的骨料問題；保證混凝土質量的問題，由於我們所建造的是可历許多世紀的建筑物，所以混凝土的質量應該是特別優良的；此外，还有在高等技术基础上的混凝土施工組織和机械化的問題。

現在我們簡單地談談这些具体問題。古比雪夫水力發電厂的員工們盼望这次會議能够協助我們解决这些問題。

關於混凝土用的粗骨料，設計書中規定在当地採石場中開採，我們希望能有确切把握获得質量優良的水工建筑物混凝土骨料。我們還要請求會議考慮岩層地質構造的复杂性，並向我們介紹在採石場中用大規模机械化方法開採岩石的最好的工艺方法。必須制定在採石場中檢查石料質量以及在碎石工厂中檢查碎石質量的最簡單的方法，關於制造外壳板^①混凝土所用骨料的最佳品种問題，也需要进行研究，因为工地附近的石料並不都能适用於这一目的。

在反复潮湿和冰冻的地帶，將外壳板厚度增加到15公分，这一措施从气候条件考虑是否合理，这个問題需要进行討論。

必須确定在混凝土中攪用石粉的可能性，也要解决和这一間

① 外壳板系預制的混凝土板，用以代替普通木制模板，混凝土澆筑完畢后，外壳板不須拆除，而成为建筑物的組成部分。——譯者

題有关的当地碎石是否需要洗淨的問題。

在砂料方面，工地附近細度模数为1.2—1.3的細砂能不能在200号和200号以下的水工建筑物混凝土中广泛使用，确定使用的可能性是重要的。

在水泥方面，希望根据施工情况确定能不能將同种类的水泥在混凝土工厂的貯料塔中混杂在一起，这些水泥是按照古比雪夫水力发电厂工程的技术规范制造的，但是系不同工厂的出品。在古比雪夫水力发电厂的各个建筑部分使用波特蘭水泥与火山灰水泥的問題，希望能够得到明确的建議：是仅仅使用一种波特蘭水泥合理呢，还是像目前使用波特蘭水泥与火山灰波特蘭水泥两种水泥合理。

在混凝土工作量和水泥供应量都很大而施工期限又很短促的条件下，非常需要制定和应用水泥的快速試驗方法，或者是仅在工厂中进行水泥試驗，而由工厂对所供应的水泥出具保証書。

古比雪夫水力发电厂建筑物每1公尺³混凝土中的水泥用量，目前定为300—320公斤，如果能減少到240—260公斤，則在降低工程費用方面会是極其重要的，我們盼望會議对这个問題作出建議。

在混凝土施工方面，需要解决这样一些最重要的問題：在块体中分配混凝土漿的方法及其檢驗方法，混凝土自由墜落的極限高度，更好地利用震动象鼻管^①使混凝土泵早日投入运行等。

制定不採用普通价格昂貴的暖棚的水工建筑物混凝土冬季施工方法，在施工期限極其短促的条件下是很重要的。在冻结的地基上或在块体中已經冻结的混凝土上能不能澆筑混凝土，这个問題也必須求得解决。

在鋼筋工作方面，碰到了这样一些重要的問題：大直徑的鋼

① 震动象鼻管是由若干节管子組成的長管，管壁上設有震動器，用以將混凝土漿輸入进行澆筑的块体中。——譯者

筋从工厂运出时在車廂中的堆放方法，矯正弯曲的大直徑热轧鋼筋的方法，Ст. 5 号鋼在負温度时的接触銲接問題，竹节鋼筋的接头型式，使用銲池的鋼筋垂直銲接問題，塊体中鋼筋桁架桿件的接头銲接等問題。關於不切开接头而能檢查接头銲接質量的問題，也是非常重要的。

在鋼筋桁架的安裝和主鋼筋的設置工作方面，由於要使模板和外壳板能够固定在鋼筋上面，也产生了一些問題。

古比雪夫水力發電厂的建筑員工和領導方面希望上面提到的所有問題都能在某种程度上成为这次會議的研究內容，並且希望所有這些問題以及同古比雪夫水力樞紐工程有关的其他一些問題，都能够引起全苏建筑工作者工程技术学会的科学工作者和技术工作者們的注意。

第二篇 水工混凝土質量的改进

工学博士 B.B. 斯托尔尼柯夫

苏联巨大規模的水利工程，首先是一些重要的水工建筑物，需要澆筑大量的混凝土。建造混凝土水工建筑物，需要質量优良的、經濟的和耐久的混凝土，这种混凝土要能够很好地抵抗各种錯綜复杂的破坏作用。

提高水工混凝土質量的問題，牽涉到改善混凝土漿的施工性質、提高混凝土的技术性質、特別是提高混凝土耐久性方面的許多重要問題。

目前，在利用混凝土的強度安全保留量同利用外部環境作用下的穩定性安全保留量之間，有着显著的分歧。在混凝土建筑物中，特别是在大体积的混凝土建筑物中，力学强度的安全保留量

通常是過高的。混凝土工藝學的任务，除了要提高混凝土的耐久性以外，就是要消除多余的強度安全保留量，多余的強度安全保留量總是使得水泥消耗量增多，並且使大體積建築物由於發熱產生裂縫的危險性增加。

提高混凝土耐久性的保證，在於正確地選用水泥和骨料，規定混凝土漿組分間的適當比例，在混凝土漿的製備、澆筑和處理方面採用完善的方法等。除了考慮建築物的結構和混凝土在建築物中的工作條件而正確選擇混凝土的強度標號外，這些措施還要能夠保證獲得具有指定力學強度的、而且是經濟的和耐久的混凝土。

提高水工混凝土的質量和耐久性以及節省水泥的工作，是一項綜合性的任务，這項任务需要整個國民經濟計劃中某些措施的配合，也需要科學研究所和科學團體在有關混凝土的科學研究工作計劃方面的配合。

將理論方面和實際方面的科學研究工作同提高混凝土質量和耐久性的新建議之採用互相結合起來的任务，委託給了以B.E. 維捷涅耶夫命名的全蘇水利科學研究所。

關於這項工作的第一次會議，已於1953年2月在列寧格勒舉行。會議討論了最近幾年內對水工混凝土質量的提高問題進行研究的計劃。

提高混凝土耐久性問題的複雜性，在於要在經濟地利用材料的基礎上解決問題，此外，還必須考慮到在實際使用條件下對混凝土產生作用的許多因素。

混凝土的技術性質，首先是它的耐久性，在很大程度上決定於混凝土的結構（混凝土的構成及其各個組分相互粘附的特性）和水泥膠塊^①本身的結構。

① 水泥膠塊指硬化以後的水泥漿。——譯者

混凝土結構的形成和性質的產生，取決於混凝土漿在凝結以前及隨後硬化期中所發生的物理化學過程。起主要影響的因素如下：水泥漿和混凝土漿中固相和液相比率，混凝土中骨料的大小和級配，水泥的粉磨細度，水泥的礦物成分，水泥膠塊同骨料之間接觸區的質量以及在骨料組成的結構網中沉陷固實的過程等。

這些因素在混凝土的製備、運輸、澆築、硬化及日後使用的不同階段中所起的作用，在程度上是不同的，因此，研究這些因素時，也應當考慮到各個階段的情況。

研究外界因素（水和溶於水中的鹽類，冰凍，高溫等）對混凝土性質所起的影響，是問題的第二個方面。

應當將材料的構成和性質上的特點同材料與周圍環境間的交互作用密切聯繫起來進行研究。在耐久性的問題上，孤立地研究許多因素中的一個因素，不管這個因素的意義有多大，也是不夠的。僅僅確定混凝土耐久性和水泥成分間的關係，而不研究混凝土接觸區的性質和結構方面的特點是不合理的。僅僅根據一種作用研究混凝土的穩定性，而不考慮外界環境其他可能的作用形式，也是不合理的。

例如，關於火山灰水泥的研究就是片面的（主要研究它們在侵蝕性環境中的穩定性），對於它們的某些缺點（例如這些水泥缺乏抗凍能力）拖延了許多年才弄明白，這就延緩了抗硫酸鹽水泥研究工作的進展。水泥耐蝕性的研究，如果不與由該種水泥所製混凝土的穩定性聯繫起來，也會陷入片面性。

按標準方法用小型試件的強度試驗所測定的水泥穩定係數，對於混凝土的穩定性有什麼意義？當穩定係數的數值從 0.7 變到 0.8 或更大時，混凝土穩定性的變化有多大？這些問題是不明確的。不確定這個關係，得到的結果就會同實際的混凝土材料脫節。

用質量優良的材料制成的混凝土是比較穩定的。但是應該訂出合理的界限，使得對於材料的要求不致過高。對材料要求的界限，應該通過實際情況下的混凝土試驗工作、觀察混凝土在建築物中的情況，以及分析觀察資料的途徑去加以選定和確定，以便根據作用的特點和材料的性質來制定建設性的措施（將建築物劃分區域，採用外殼板等）。

目前，許多研究所和團體正在對混凝土的各種性質和提高混凝土質量的方法進行研究，研究的內容包括混凝土的耐久性和水泥的節約問題。應當着重指出：節約水泥也可以被看作是提高混凝土耐久性的一種方法，因為水工混凝土中的水泥過多是有害的，水泥過多會由於發熱而引起裂縫的產生，並且會使干縮增大。這項研究工作需要協調進行，以保證能夠研究到問題的各个方面，並避免不必要的重複工作。

專業相同的幾個研究所研究同樣一個問題，而且差不多使用同樣的儀器和同樣的方法，這種重複現象是不必要的。如果幾個專門的研究所從不同的路徑去研究一個問題，例如一個專門的水泥研究所從水泥方面去研究抗凍性問題，而另一個專業相同的研究所從混凝土方面去研究同樣的問題，這些研究工作可以互相補充，這樣做就是有益的。

但是，在水泥專門人員的研究工作中，應當將混凝土及其性質作為一個研究的對象，而在建築人員和混凝土工作人員的研究工作中，則應當注意到水泥及水泥的成分。水泥工作人員和混凝土工作人員之間的界限應當消除掉，關於這一點，可以把蘇聯最出色的建築材料專家們作為榜樣，他們將水泥方面的深刻研究同混凝土方面的研究結合得很成功。

吸收物理化學方面特別是膠體化學方面的學者和專家來參加水泥和混凝土的研究工作，也是取得成就的重要條件。

提高混凝土耐久性的問題實質上很複雜，它牽涉到許多專門

的問題。開展混凝土耐久性的理論研究工作，並將理論研究和實驗研究的成果在實際工程中加以利用，這些問題是應當特別強調的。

因為在最近兩三年內就要建造完成古比雪夫和斯大林格勒水力樞紐這些大型建築物，所以應當用最快的速度來研究和解決上面所提出的問題。

研究人員的實驗室研究工作必須同施工的實驗和試驗工作相結合。在為了降低水工混凝土的成本和改進其質量而進行的研究工作和所採取的措施中，除了要考慮所用膠結材料性質的影響外，並闡明和考慮作為整體材料的混凝土結構方面的特點，考慮和研究混凝土結構形成的條件，研究混凝土結構上的各個特點在水工建築物混凝土的實際使用環境中對混凝土的一些主要技術性質所起的影響，也是很重要的。作為現代分散體系學說基礎的表面現象物理化學，應當成為這些研究工作的基礎。

節省水泥的辦法有幾種：

- 1) 消除混凝土水工建築物中過大的安全係數，使混凝土力學強度的利用係數和混凝土耐久性的利用係數相適應；
- 2) 廣泛應用建築物分區的原則，正確地選擇混凝土標號；
- 3) 廣泛利用當地的建築材料；
- 4) 應用吸附性物質；
- 5) 根據混凝土在建築物中的工作條件和混凝土的製備與澆築方法正確地選擇水泥；
- 6) 採用製備混凝土的新方法，並與水泥熟料的濕磨方法相配合。

擬定出來的新標準草案“水工混凝土的分類”，是節約水泥的許多措施之一。混凝土的分類是按照混凝土的工作條件進行的。

能對混凝土起破壞作用的一些因素如下：（1）水與低溫的反覆作用；（2）各種侵蝕性水的作用，包括硬度低的水；（3）反覆

的潮湿与干燥。在某些情况下，这些因素可能是互相結合起来的，压力水渗透混凝土时，破坏作用会增强。

根据混凝土在建筑物中的部位，可以将混凝土划分成以下几类：（1）水下混凝土，不受水与冰冻的反复作用；（2）水位变动地区的混凝土，受到交替的冻融作用；（3）直接同水接触的大块体或建筑物中的水上混凝土；（4）大体积水工建筑物内部的混凝土。

国定全苏标准新草案所规定的这样的水工混凝土的分类，包括了水工混凝土各种不同的特殊形式。国定全苏标准草案规定，这些种类的混凝土还要按照大体积的和薄壁的建筑物，以及水压力的作用条件来区分。

从許多苏联研究工作者（B.Γ.斯克朗姆塔耶夫，C.B. 歇斯托皮罗夫，B.M.莫斯科文等）的工作成果中得到的这种分类方法，使我们得以正确地规定对于混凝土的要求，拋棄那些沒有根据的过分要求，过分要求会引起水泥和材料費用的浪費。

要改进混凝土的質量並提高其耐久性，可以从下述几个方面着手：

- 1) 制备混凝土的原材料；
- 2) 制备混凝土的工艺；
- 3) 混凝土的澆筑、檢查和养护；
- 4) 同最有效地利用材料有关的一些結構上的和防护性的措施；
- 5) 理論研究工作；
- 6) 理論研究和实验研究成果在实际工程中的应用。

制备水工混凝土所用材料的优良質量是提高水工混凝土質量 and 耐久性的重要条件。必須根据外界环境作用於混凝土的实际情况，尽快地生产大型水利工程所需的、品种明确規定了的水泥。

选择水工建筑物所用水泥的問題，同环境水侵蝕性的标准有