

高性能混凝土用砂石骨料的关键技术

Key technology of sand and stone aggregates applied to high performance concrete

缪昌文 /MIAO Changwen

东南大学 / Southeast University
江苏省建筑科学研究院 / Jiangsu Research Institute of Building Science
Dec., 2015

纲要/Outline

- 骨料重要性 / Significance of aggregates
- 混凝土用石 / Coarse aggregate of concrete
- 混凝土用砂 / Fine aggregate of concrete
- 外加剂提升技术 / Upgrading technology by chemical admixtures
- 结语 / Concluding remarks

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 2

一、高性能混凝土中砂石重要性

1. Significance of aggregates in High Performance Concrete (HPC)

中国对基础设施建设需求巨大

Huge Demands for Infrastructure Construction in China

Three Gorges Dam, Xian Wu Lake, Su Tong Bridge, Hangzhou Bay Bridge, Qinghai-Tibet Railway, Nuclear Power Plant, Railway Bridge, High Speed Railway, Ocean Engineering, Highway, Wind Power Project, Construction Engineering

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 4

高性能混凝土能够满足现代结构的要求

High performance concrete can meet the demands of modern structure

□ 现代混凝土结构展现了多样性与复杂性
Modern concrete structures show the features of diversification & complication

超高层建筑
Mega-high-rise building

超长跨距
Ultra-long-span

超大体积
Ultra-massive-volume

超长距离
Ultra-long-distance

复杂设计
Complex design

现代结构的发展需要高性能混凝土
Gradual development of modern structures need High Performance Concrete

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 5

高性能混凝土的特点 / HPC characteristics

传统混凝土 / Traditional concrete	
水泥 / cement	水 / water
细集料 / fine aggr.	粗集料 / coarse aggr.

优化配比与工艺

矿物外加剂
Mineral admixtures

化学外加剂
Chemical admixtures

<p>组成特点 /composition</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 组分复杂 ◆ 水灰比低 ◆ 胶凝材料多 	<p>性能特点 /performance</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 流动性大 ◆ 力学性能优异 ◆ 耐久性能好
--	--

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 6

高性能混凝土的新发展 / Advance in HPC

2014年8月两部联合发布
(建标【2014】117号)
Official document from China government

住房和城乡建设部、工业和信息化部
“关于推广应用高性能混凝土的若干意见”
“Suggestions for promotion and application of HPC”

“以建设工程设计、施工和使用对混凝土性能特定要求为总体目标，选用优质常规原材料，合理掺加外加剂和矿物掺合料，采用较低水胶比并优化配合比，通过预拌和绿色生产方式以及严格的施工措施，制成具有优异的拌合物性能、力学性能、耐久性能和长期性能的混凝土。”

以往的认识：仅关注性能（工作性，耐久性，体积稳定性）
新的认识：设计、配制、生产、施工、检测的全过程控制

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 7

砂石骨料的重要性 / Aggregate Significance

骨架作用 Skeleton role

- 利用粗骨料的高强度与变形小等性能特征，为混凝土强度与收缩变形等提供有益作用
Contributions to Strength and low shrinkage
- 利用砂石的粒径与级配优化，实现混凝土密实填充与堆积
Close-packing concrete constituents

经济意义 Economic significance

- 降低水泥用量；
Decreasing cement usage
- 资源再生循环；
Resource regeneration cycle

骨料在混凝土中三维分布
3D distribution of aggregate in concrete

密实堆积实现孔隙率的降低
Decreased porosity of aggregate by close-packing

建筑垃圾骨料 Construction waste
矿山尾矿骨料 Mineral tailing
淤泥烧制骨料 Sludge

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 8

二、混凝土用石

2. Coarse aggregate of concrete

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science

颗粒级配 / Particle size distribution (PSD)

良好的颗粒级配有提升混凝土工作性与密实性
Good PSD contributed to improve workability and decrease porosity of concrete

骨料级配
Total amount of binder
26# 砂孔隙率 (%)

骨料级配	5-16 mm 碎石 / 5-20mm 碎石体积比			
	10:0	6:4	4:6	0:10
26# 砂孔隙率 (%)	10.5	8.9	11.2	10.3

应优选连续级配骨料，实现分级供应与配料
Continuous aggregate, grade supply and mixture are necessary

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 10

颗粒尺寸 / Particle size (PS)

最大粒径应从结构设计、施工要求与混凝土强度等级考虑
Maximum particle size is depending on structural design, construction requirement and strength grade of concrete structure

Design Construction Strength

构件截面与配筋疏密 Section area and reinforcement density
泵送高度与输送管径 Pumping height and tube diameter
界面缺陷与匀质性 Interface defect and inhomogeneity

利：对裂缝的扩展有阻碍作用；
弊：与基体的粘结力减弱；
规律：抗压强度随着最大粒径的提高，先增大后降低

低水胶比时较敏感，高水胶比时影响较小
Concrete with a low ratio of water to binder is sensitive to max. agg. size

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 11

颗粒形貌 / Particle morphology

颗粒形貌明显影响混凝土的工作性与强度
Particle morphology significantly affect workability and strength of concrete

影响因素
浆体用量
堆积密度
界面粘结

形状因子 Shape factor
粗糙度 Roughness

针状 Needle
片状 Sheet
碎石 Gravel
卵石 Cobble

针片状含量最高 将增大粘度
High Shape factor decreases the viscosity and yield strength

球形度增加将降低的屈服应力与粘度
High Shape factor decreases the viscosity and yield strength

同条件下粗粒度增加 将提供强度
Same condition, the increase of coarse aggregate will provide strength

严格控制针片状骨料含量，根据工程需要优选球形与粗糙度的粗骨料
Strictly control amount of needle and sheet agg., and optimize shape factor and roughness of coarse agg. based on project

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science

含泥量与泥块含量/Mud content and clay lump content

粗骨料的含泥量与泥块含量对混凝土的抗压强度与耐久性有明显不利影响

Negative influences of mud content and clay lump content on strength and durability of concrete

- 高强混凝土比中低强混凝土敏感; High strength concrete is more sensitive to mud content than middle or low strength concrete
- 含泥量增加显著降低了高强混凝土强度; Increased mud content significantly decreased strength of high strength concrete
- 含泥量增大降低了抗氯离子传输能力; Increased mud content decreased chloride transport property of concrete

GB/T14685-2011《建设用卵石、碎石》
Chinese national standard GB/T14685-2011 "Febble and crushed stone for construction"

类别/Classification	I	II	III
含泥量 w% / Mud content	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.5
泥块含量 w% / Clay lump content	0	≤ 0.2	≤ 0.5

不可忽视粗骨料中含泥量与泥块含量对混凝土性能的不利影响!
Don't neglect the negative influence of mud content and clay lump content on concrete property

碱集料反应/Alkali aggregate reaction (AAR)

碱与活性骨料发生反应生成膨胀性产物 Expansive products formed during AAR

碱硅酸反应 (Alkali silicate reaction, ASR)
Alkali reacted with reactive quartz into expansive gel

- ✓ 碱与活性SiO₂反应生成膨胀性凝胶
- ✓ 结晶不良的石英矿物、火山玻璃体及含石英岩石
Poorly crystalline quartz mineral, volcano glassy mineral and quartz containing rock
- ✓ 最传统和最普遍的反应类型
It is the traditional and popular AAR

碱碳酸盐反应 (Alkali carbonate reaction, ACR)
Alkali reacted with carbonate aggregate to finish dedolomition

- ✓ 碱与某些特定结构碳酸盐中白云石组分之间的去白云石化反应;
- ✓ 泥质白云质灰岩、灰质白云岩和白云岩 Dolomite phases
- ✓ 限于北美(加拿大、美国)局部地区, 中国和欧洲有破坏事例报道
ACR has been found in the region of north America, China and Europe

须经试验确保粗骨料无裂缝、酥裂、胶体外溢; 规定膨胀率 ≤ 0.1 %
Experimental verification is necessary to ensure aggregate without cracks and gel formation; expansion ratio ≤ 0.1 %

吸水率/Water adsorption ratio (WAR)

粗骨料吸水率过高降低混凝土强度与耐久性

High ratio of water adsorption decreased strength and durability of concrete

- 吸水率/强度; Relationship between WAR and strength
- 吸水率/氯离子扩散系数; Relationship between WAR and Cl diffusion coefficient
- 吸水率/冻融剥蚀量; Relationship between WAR and the weight loss during freezing and thawing

GB/T14685-2011《建设用卵石、碎石》
Chinese national standard GB/T14685-2011 "Febble and crushed stone for construction"

类别/Classification	I	II	III
最大吸水率 w% / Water adsorption ratio	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 2.0

严格控制粗骨料吸水率 ≤ 2.0%
Strictly control the WAR of coarse aggregate ≤ 2.0%

三、混凝土用砂

3. Fine aggregate of concrete

颗粒级配与尺寸/Particle size and its distribution

基于性能要求实现砂的级配与尺寸优化

According to the performance requirement, optimizing particle size and its distribution of fine aggregate

砂的级配与尺寸优化与粗骨料及矿物掺合料匹配
Particle size and its distribution of fine aggregate should be compatible with coarse aggregate and mineral admixtures

- 改善工作性; Improve workability of concrete
- 保障后期强度; Assure development of concrete strength in long term
- 优化水化速率; Optimize temp. rate of cement hydration
- 改善耐久性; Improve durability of concrete

高性能混凝土用砂的细度模数一般在2.2~3.2之间较为适宜

含泥量与泥块含量/Mud content and clay lump content

在满足工作性的要求下, 含泥量增加导致外加剂掺量增加, 同时对强度产生不利影响

As the workability satisfied with the requirement, increased mud content results in a high dosage of chemical admixture and a decrease of strength

增大外加剂用量 降低混凝土强度
Increased dosage of chemical admixture decreased strength of concrete

蒙脱土 / Montmorillonite

严格控制砂中含泥量与泥块含量!
Strictly control the Mud content and clay lump content of fine aggregate

类别/Classification	I	II	III
含泥量 w% / Mud content	≤ 1.0	≤ 3.0	≤ 5.0
泥块含量 w% / Clay lump content	0	≤ 1.0	≤ 2.0

机制砂石粉含量/Fine content of manufactured sand

机制砂石粉含量对混凝土性能的影响存在正负效应
Fine content of manufactured sand has positive and negative roles on concrete properties.

- C30混凝土-适量石粉改善工作性;**
C30 concrete-adequate amount of fine particle improves workability.
- C60混凝土-适量石粉对工作性无不良影响**
C60 concrete-adequate amount of fine particle slightly affect workability.
- C80混凝土-石粉含量过高对强度发展不利;**
C80 concrete-high amount of fine particle decrease the strength.
- 高石粉含量对耐久性的不利影响**
High amount of fine particle deteriorates concrete durability.

传统工艺制备机制砂的石粉含量最高
Manufacture sand produced by traditional process shows a high content of fine particles

正确认识石粉的作用，合理确定石粉含量！
Correctly understand role of fine particle, and reasonably determine amount of the particle

氯离子含量/Chloride content

未处理海砂对建筑物耐久性提出严峻挑战
Untreated sea sand poses a serious challenge to construction durability

海砂屋塔忧
Sea sand house issue

- 海砂中游离子氯离子达到钢筋表面，促进电化学腐蚀反应发生；
Free chloride ions from untreated sea sand can reach the rebar surface and contributed to electrochemical corrosion
- 钢筋有效截面积减小，钢筋混凝土间粘结力下降，结构承载力降低；
Corrosion results in a reduction of section area of rebar and bonding strength, finally loads carrying capacity decreased
- 钢筋体积膨胀，混凝土开裂，结构耐久性严重衰减。
Expansive volume of rebar results in concrete cracking, and a serious deterioration of durability of concrete structure.

GB/T14684-2011《建设用砂》
GB/T14684-2011 "sand for construction"

类别/Classification	I	II	III
氯化物 wt%/Chloride ion	≤ 0.06	≤ 0.07	≤ 0.06
贝壳 wt%/Shell	≤ 3.0	≤ 5.0	≤ 8.0

禁止使用未处理海砂拌制钢筋混凝土，深入开展海砂净化技术研究！
Forbidden to use untreated sea sand to prepare reinforced concrete, and carrying out research on purification technology of sea sand

四、外加剂改性技术

4. Upgrading technology by chemical admixtures

4.1 PCE减水剂专用抗泥外加剂

4.1 Mud resistance agent for PCE superplasticizer

含泥量敏感性/Sensitivity to mud content

砂石中粘土矿物含量过高显著降低了减水剂分散
High amount of clay mineral phases from aggregate significantly decreases dispersibility of water reducing agent

含泥量对PCE掺量影响
Effect of mud content on PCE dosage

粘土矿物 Clay minerals	矿物含量/% Mineral content	砂浆流动度/mm Mortar flowability	PCE掺量/% PCE dosage	掺量变化 Dosage change
蒙脱土 Montmorillonite	0	345	0.12	/
	1	355	0.16	50% ↑
蒙脱土 Montmorillonite	2	355	0.24	100% ↑
	3	370	0.20	67% ↑
蒙脱土 Montmorillonite	4	370	0.23	92% ↑
	5	370	0.23	92% ↑
伊利石 Illite	2	350	0.12	0% ↑
	4	340	0.12	0% ↑
伊利石 Illite	5	315	0.13	8.3% ↑

现阶段砂石含泥量问题与减水剂相容性问题突出！
At the present stage, compatibility between mud content from aggregate and water reducing agent is serious!

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science

抗泥外加剂/Mud resistance agent

作用机理/Action mechanism
High amount of clay mineral phases from aggregate significantly decreases dispersibility of water reducing agent

开发抗泥外加剂，屏蔽和阻隔泥土对减水剂的吸附，使原有的减水剂与水充分发挥分散作用
Developing mud resistance agent to hinder and shield the PCE absorption from clay minerals, and realizing fully dispersibility of water reducing agent in water

改性前 坍落度: 105mm
After modification, flowability is 105 mm

显著 提升
After modification, flowability is 210 mm

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science

抗泥外加剂/Mud resistance agent AD100

江苏建筑科学研究院有限公司

□ 适于低含量蒙脱土的抗泥技术 (≤5%含泥量)
Mud resistance technology suitable for low content of montmorillonite (≤5% mud content)

客户 Customer	项目 Project	含泥量 Mud content	用量 Dosage
中建商品混凝土(西安)有限公司 China construction commercial concrete (Xi'an) Co., Ltd.	郑州机场二期T2航站楼 2nd term Zhengzhou Airport Terminal 2	旱砂, 含泥高达8% Dry sand, 8% of mud content	30kg/t
河南中建西部建设有限公司 China West Construction Group Co., Ltd.	民用建筑 Civil building	含泥6% 6% of mud content	50kg/t

郑州机场二期T2航站楼混凝土

江苏建筑科学研究院有限公司 Jiangu Research Institute of Building Science

抗泥外加剂EPA/Mud resistance agent EPA

江苏建筑科学研究院有限公司

□ 适于高含量蒙脱土的抗泥技术 (5-7%含泥量)
Mud resistance technology suitable for high content of montmorillonite (5-7% mud content)

安徽骆马湖砂
Sand from An Hu Luo Ma lake

高含量蒙脱土
High content of Montmorillonite

EPA	外加剂掺量 Additive dosage	含泥量 Mud content	坍落度保留率 Slump retention rate					
			15min	30min	45min	60min	75min	
1	0	5.0%	0.423	211,480	132/-	-	-	-
2	25kg	5.0%	0.423	240,535	232,530	195/-	-	-
3	50kg	5.0%	0.423	240,530	232,423	172/-	145/-	85/-
4	120kg	5.0%	0.423	240,543	230,760	208,483	230,385	192/-

EPA可有效改善使用高含量蒙脱土砂制备混凝土的工作性
EPA can effectively improve workability of concrete using sand with a high content of Montmorillonite

江苏建筑科学研究院有限公司 Jiangu Research Institute of Building Science

4.2 高适应性减水剂

4.2 High compatible concrete superplasticizers

江苏建筑科学研究院有限公司

机制砂混凝土的工作性调控

/Workability Regulation of the concrete using manufactured sand

江苏建筑科学研究院有限公司

- 机制砂粘土含量偏高——粘土与外加剂聚醚侧链存在强氢键吸附作用, 产生无效吸附
High clay content the adsorption of hydrogen bond caused ineffective adsorption
- 机制砂中石粉含量偏高——用水量偏大, 传统外加剂分散效率偏低
High stone powder content increased water consumption and decreased dispersion efficiency of traditional admixture
- 机制砂级配差——“两头大, 中间少”, 混凝土和易性不良
Poor PSD-high content of large and small particles but low content of middle size particle, therefore the concrete workability out of condition.

降低了混凝土的初始流动性, 流动性保持更难, 混凝土粘度大

粘土氢键吸附示意图
The adsorption of hydrogen bond between clay and polyether

石粉导致吸附水量偏高示意图
High fine content caused increased water consumption

机制砂级配差
Poor PSD of manufactured sand

江苏建筑科学研究院有限公司 Jiangu Research Institute of Building Science 28

高适应性减水剂/High compatible concrete superplasticizers

江苏建筑科学研究院有限公司

□ 作用机理/Action mechanism

□ 发明了新型共聚物在水泥/机制砂体系的有效吸附技术
Effective adsorption technology of new polymer in cement mortars based on manufactured sand system

P-A组具有支化结构的新型聚合物
The branching structure of new polymers

引入新型基团增加聚合物吸附性能, 增强了静电斥力和空间位阻作用, 改善机制砂对混凝土减水剂的吸附
Increased adsorption properties of polymer by introducing new group, enhanced the effect of electrostatic repulsion and steric hindrance, improved the compatibility of concrete with superplasticizers

江苏建筑科学研究院有限公司 Jiangu Research Institute of Building Science 29

高适应性减水剂/High compatible concrete superplasticizers

江苏建筑科学研究院有限公司

□ 解决了含机制砂混凝土因石粉与泥初始流动度不足的难题
Initial fluidity deficiency in manufactured sand concrete caused by mud and fine content

新型聚合物吸附量
Absorption amount of new polymer

蒙脱土吸附量降低20%

编号 No.	水泥 Cement	水 Water	蒙脱土 Montmorillonite	外加剂 Additive	传统型 Traditional		新型聚合物 New polymer	
					3min	15min	30min	45min
1	300	87	6	0.15%	240	250	225	210
2	300	87	3	0.25%	225	190	150	95
3	300	87	3	0.20%	240	240	230	220

在相同掺量下, 高适应性外加剂比传统外加剂有高的吸附量, 吸附性能比传统外加剂的提高30%以上
The adsorption properties of new polymers were improved 30% compared with traditional admixture

在蒙脱土含量高达1%时, 掺量比传统技术降低20%以上
The dosages were decreased 20% compared with traditional admixture under the clay content of 1%

江苏建筑科学研究院有限公司 Jiangu Research Institute of Building Science 30

工程应用/Engineering application

重庆某水电站 /Hydropower station in Chongqing

- 机制砂石粉含量高, <0.075mm颗粒约15%
High stone powder content, the content of the particle size of <0.075 mm was 15%
- 机制砂含泥量高, MB = 3.0
High mud content, MB = 3.0
- 运输距离远, 存在2h保坍问题
Long distance transportation, have no slump loss within 2 h

技术措施: 采用高适应性外加剂

Technical mode: using high compatible concrete super plasticizers

组别 Sample	外加剂种类 Chemical Additive	掺量/% Dosage	混凝土工作性能 Concrete performance
1	传统外加剂 Traditional	1.93	初始泌浆, 30min流动度损失严重 Bleeding firstly and flowability loss is 30 min
2	高适应性外加剂 High compatible	1.8	初始状态良好, 不泌浆, 包裹性好 Good workability firstly, no segregation and excellent envelopment

混凝土拌合物流动性好, 保坍性与和易性优, 满足了现场泵送要求
Excellent fluidity of concrete mixture, good workability and slump retaining, meets the requirement of pumping

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 31

工程应用/Engineering application

济南某商品混凝土公司 /Concrete corporation in Jinan

- 混凝土粘度大; 搅拌较长达100s 左右才能下料
High viscosity of concrete, concrete mixing needs the long time of 100s
- 机制砂泥含量大, 外加剂掺量高
High mud content, high dosage of admixture
- 机制砂级配差, 混凝土和易性不良
Poor PSD, the concrete mixture workability out of condition

编号 Sample	外加剂及掺量, % Admixture and its dosage	搅拌时间, s Mixing time	坍落度, mm Flowability	状态描述 Description
1	传统外加剂 Traditional	100, 670*680; 67	2h后扩展度 650*650	粘度大, 流动性差 Viscosity, poor flowability
2	高适应性外加剂 High compatible	50, 680*680; 22.4	Flowability 650*650 after 2 hours	包裹性改善, 粘度下降 Improving aggregate envelopment, low viscosity
5	高适应性外加剂 High compatible	50, 710*710; 23.20	2h后扩展度 650*660 Flowability 650*650 after 2 hours	工作性好, 粘度低, 包裹性好 Good workability, low viscosity, improving aggregate envelopment

成功应用于机制砂的自密实混凝土, 实现了快分散降粘技术
superplasticizers based on new polymer was applied to self-compacting using manufactured sand, and fulfill the aim of rapid dispersion and viscosity reduction

江苏省建筑科学研究院有限公司 Jiangsu Research Institute of Building Science 32

4.3 有机阻锈剂

4.3 Organic corrosion inhibitor

有机阻锈剂/Organic corrosion inhibitor

作用机理

Action mechanism

影响阻锈效果的关键因素: 吸附稳定性、憎水侧链的致密性。
Key factors on corrosion inhibition efficiency: the absorption film stability, the compactness of hydrophobic side chains

关键技术: 引入高空间位阻的侧链
Introduction of high steric hindered side chains

引入高吸附能的多元N原子
Introduction of more N atoms with strong adsorption ability

牢固吸附+致密隔离
Strong and stable adsorption + dense barrier

作用方式:
 多吸附中心
 单分子层吸附
 动态吸附
 钢筋全面保护

Interaction ways:
 Multi adsorption centers
 Monolayer adsorption
 Dynamic adsorption
 Comprehensive protection of reinforced steel

有机阻锈剂/Organic corrosion inhibitor

已成功制备出有机阻锈剂, 可分别拌合、涂覆使用

Organic corrosion inhibitors have been successfully developed, which could be used as admixture or surface applied inhibitors.

- 掺入型有机阻锈剂 SBT®-Z(VI)
Organic inhibiting admixture
A barrier to Cl⁻ ions; A barrier to O₂
- 迁移型有机阻锈剂 SBT®-ZX(IV)
Migrating organic inhibitor

具有修复功能的迁移型阻锈剂
Migrating corrosion inhibitor with function of steel corrosion repair

通过毛细作用、气相扩散、离子吸附作用迁移至钢筋表面
Migrates to the steel surface via capillary suction, diffusion and ion adsorption

用于海洋工程已锈蚀结构的修复
Repair corrosion damaged reinforced structure

多元分子, 在钢筋表面吸附, 牢固结合
Multi-amine molecule could absorb on steel surface with strong interaction

隔离Cl⁻等有害离子与钢筋的接触, 抑制锈蚀反应
Isolating corrosion via resisting corrosion ions attack on the steel surface

基准 With inhibitor

Concrete 混凝土 Steel 钢筋

有机阻锈剂/Organic corrosion inhibitor

对钢筋的保护效果: Protection effectiveness on steel

EIS Nyquist plots of the steel reinforcements in the presence of organic corrosion inhibitor

EIS Bode plots of the steel reinforcements in the presence of organic corrosion inhibitor

- 高氯盐环境中, 较低掺量即能抑制锈蚀;
- 掺量增加, 单分子膜致密度增加;
- 钢筋腐蚀反应速率明显降低。

Lower content of inhibitor could effectively inhibit corrosion of steel in concrete contaminated by higher concentration of Cl⁻.

The compactness of adsorption film was improved with the increase of inhibitor content.

The corrosion rate of steel was significantly reduced.

江苏麒麟

工程应用 / Engineering Applications

◆ **核电工程** Nuclear Power Engineering

应用于核电常规岛循环水及水泵房。
Application in nuclear power conventional island and circulating water pump house.

- > 与其他外加剂具有良好的相容性;
Good compatibility with other chemical admixtures
- > 具有安全、高效的阻锈性能,使钢筋得到较为完全、均匀的保护;
Safety, higher inhibition efficiency, making the protection of steel relatively completely and uniformly
- > 对处于海洋环境的钢筋混凝土结构耐久性提升具有良好的效果。
Good effectiveness on the durability of reinforced concrete under marine environment.

◆ **桥梁工程** Bridge Engineering

应用于承台、墩身等水位变动区。
Application in pile caps, piers and water table fluctuation region



广东台山核电
Taishan nuclear power plant, Guangdong



广西防城港核电
Fangchenggang nuclear power plant, Guangxi



崇启大桥
Chongqi bridge

江苏麒麟材料科技股份有限公司 Jiangsu Qilin Material Technology Co., Ltd.

江苏麒麟

五、结语 5. Concluding remarks

江苏麒麟材料科技股份有限公司 Jiangsu Qilin Material Technology Co., Ltd.

江苏麒麟

结语 / Concluding remarks

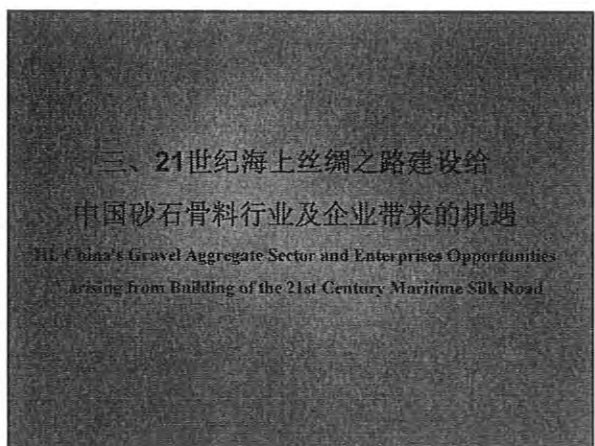
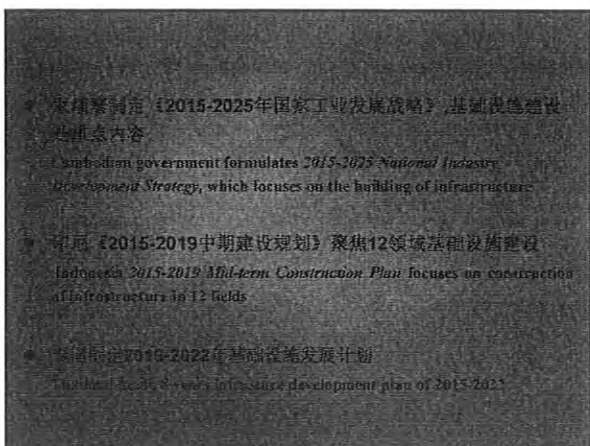
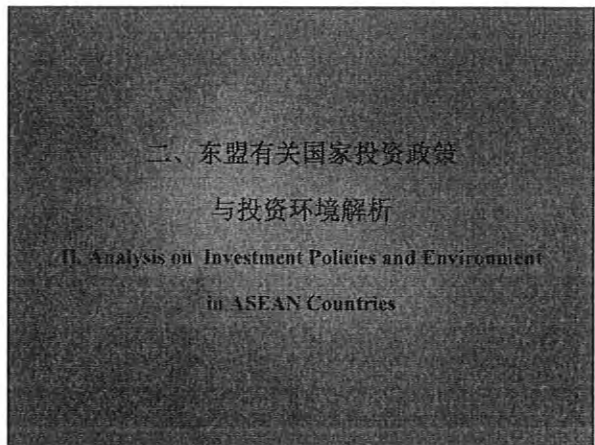
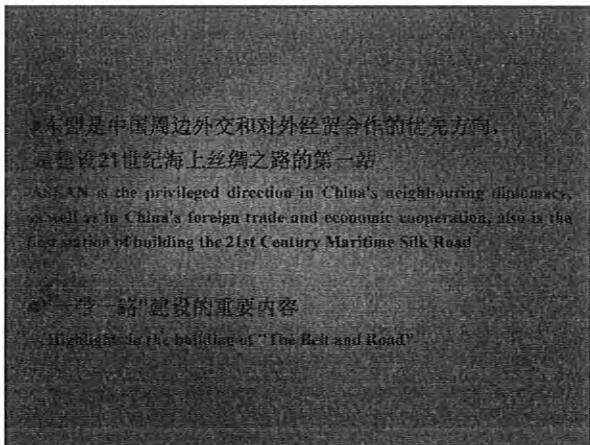
- **颗粒粒形、级配与粒径的优化与匹配是砂石骨料需要引起重视的首要问题;**
Optimization and compatibility of particle morphology, size and its distribution are the vital problem for aggregate
- **砂石含泥量、石粉含量高及海砂氯盐高的问题,可从骨料生产工艺与混凝土外加剂两个方面同时考虑,基于骨料加工优化与外加剂分子结构设计来解决工作性与耐久性问题**
As for the issue of high content of mud fine particle and chloride ion, optimization of aggregate processing and molecule structure design of chemical admixture, are considered to
- **针对现阶段人工砂存在的粒型尖锐、级配不合理、含泥量高及细粉料多等关键问题,应形成适于高性能混凝土专用的人工砂专业化成套改性与调控技术**
As for manufactured sand, sharp particle, poor particle size distribution, high content of mud and fine particle are the key issues should be solved. Therefore, it is necessary to professionally and systematically develop modification and regulate technologies suitable for high performance concrete.

江苏麒麟材料科技股份有限公司 Jiangsu Qilin Material Technology Co., Ltd.

江苏麒麟

谢谢! / Thanks

江苏麒麟材料科技股份有限公司 Jiangsu Qilin Material Technology Co., Ltd.



• 砂石骨料企业借中国—东盟产能合作走出去

Gravel aggregate and other advanced production capacity can go abroad by China-ASEAN cooperation in production capacity

• 东盟经济共同体建设、东盟互联互通建设对中国建材产品需求广展

China's building material products enjoy extensive demands in the building in ASEAN Economic Community, as well as the building of ASEAN connectivity

四、有关建议

IV. Relevant Advice

• 商会（协会）可在共建新海丝中积极作为

Chambers of commerce (associations) can take active action in the jointly building of Maritime Silk Road

• 充分发挥已有合作机制的作用

Give full play to functions of existed cooperative mechanisms

• 建议企业走进东盟开发市场

Suggesting enterprises to enter ASEAN for developing market

谢谢!

Thank You!

CAA

建材工业和砂石行业经济运行情况


韩继先



中国砂石协会
 地址：北京朝阳区二环路11号 邮编：100031
 电话：010-57611581 57814369（传真）
 邮箱：zgssz2014@163.com
 网址：<http://www.zgssz.org.cn>


CAA

- 一、建材工业经济运行情况
- 二、砂石行业经济运行情况
- 三、砂石协会开展的工作



CAA


一、建材工业经济运行情况



CAA

全国工业经济的主要数据


全国工业经济层面的主要数据
 工业生产增速回落 1~9月份，全国规模以上工业增加值按可比价格计算同比增长6.2%，增速比上年回落0.1个百分点，比1~8月份回落0.1%。工业生产下行压力依然较大。经济仍处在结构调整的关键阶段，钢铁、水泥、建材这些传统产能过剩行业的增速都出现了下滑。前三季度，粗钢产量下降了2.1%，水泥产量下降了4.7%。



CAA

全国工业经济的主要数据


工业利润降幅收窄
 1~9月份，规模以上工业企业利润总额同比下降1.7%，降幅比1~8月份收窄0.2个百分点。
 其中，9月份当月利润总额同比下降0.1%，降幅比8月份收窄8.7个百分点。

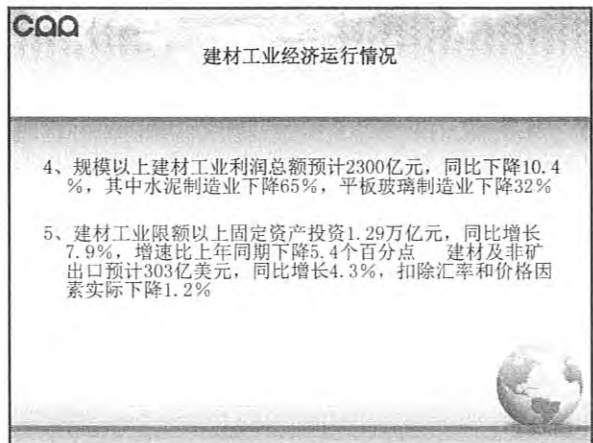
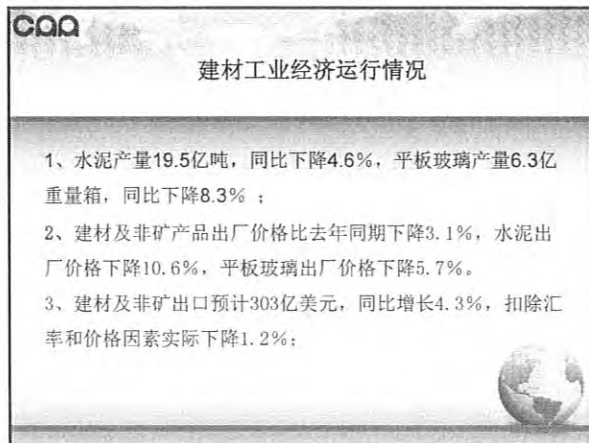
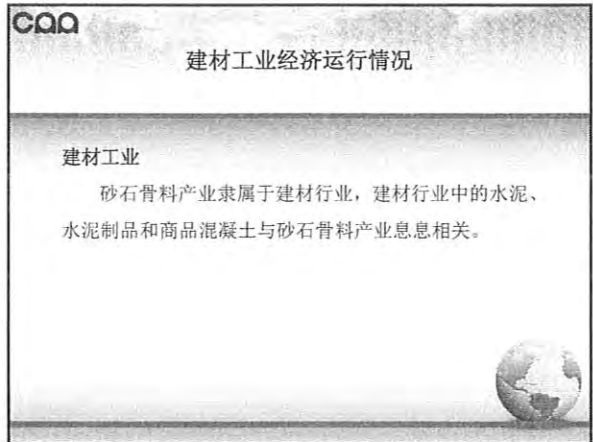
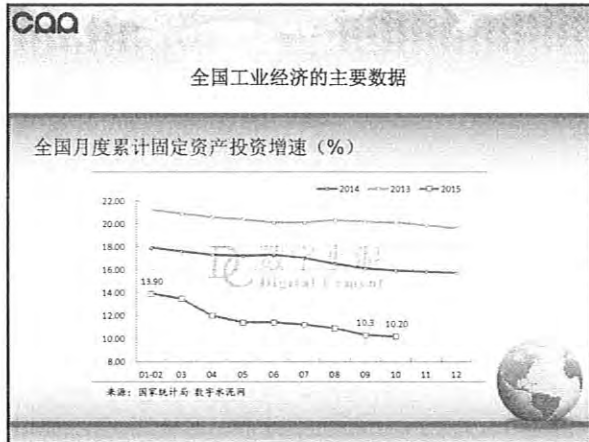
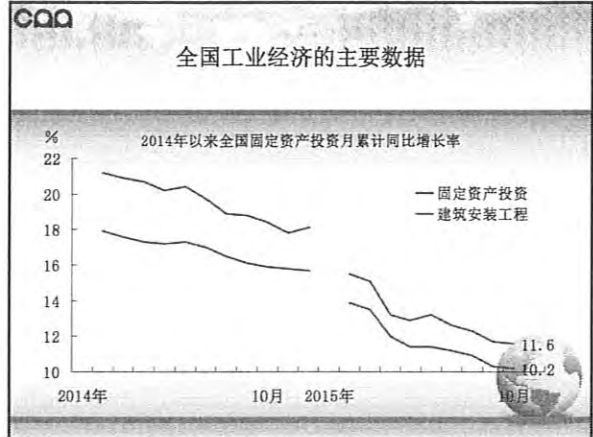
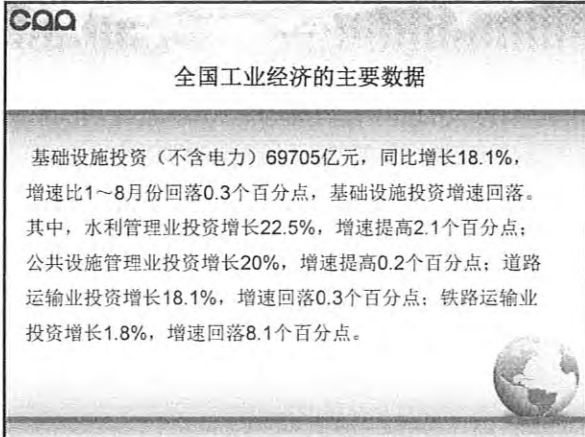


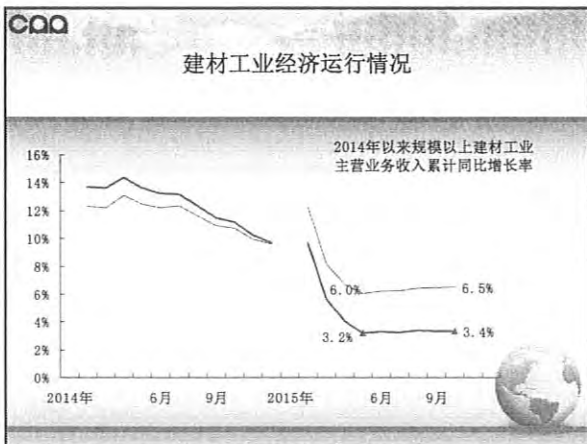
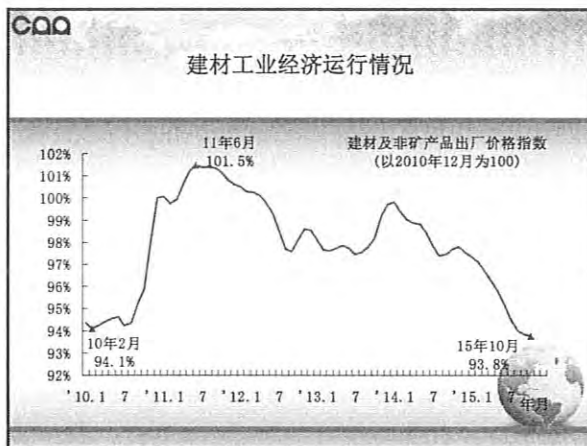
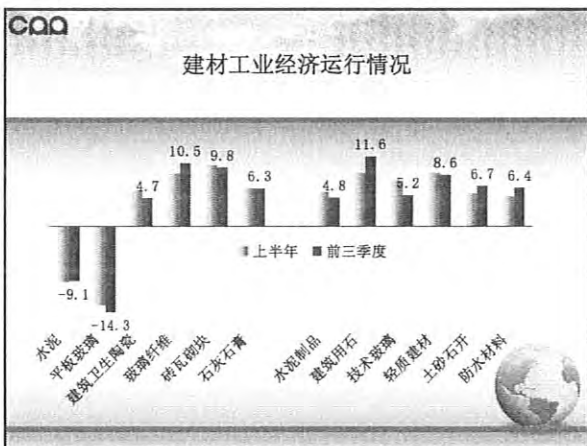
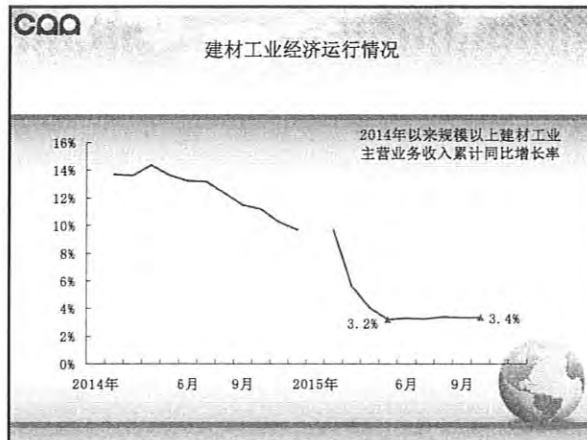
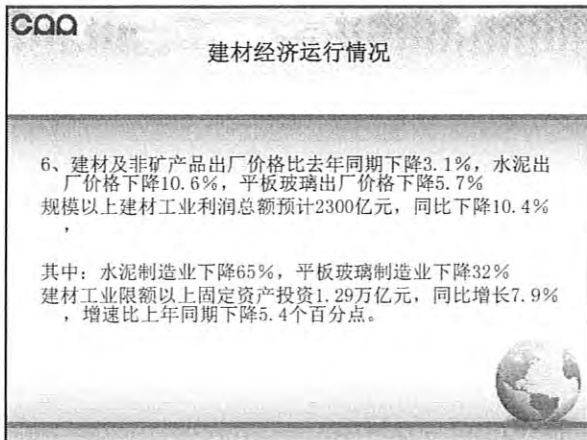
CAA

全国工业经济的主要数据

投资增速加速回落
 1~9月份全国固定资产投资同比增长10.3%，增速比上年回落1.1个百分点；比1~8月份回落0.6个百分点。其中：房地产开发投资增速回落。房地产开发投资61063亿元，同比增长2.6%，增速比1~8月份回落0.9个百分点。
 1~9月份，全国制造业投资131127亿元，同比增长8.3%，增速比1~8月份回落0.6个百分点，制造业投资增速回落。








CAA 建材工业经济运行情况

水泥行业是建材行业发展的晴雨表，从水泥行业发展的经济运行情况，可以解读建材行业的总体发展趋势，可以预判砂石骨料行业的发展现状，可以作为规划和制定砂石骨料发展规模的依据和基础。




CAA

建材工业经济运行情况

水泥行业

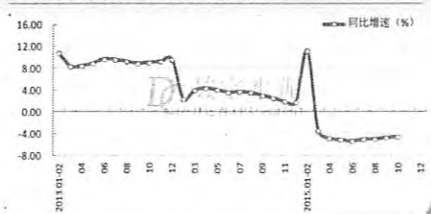
根据国家统计局的数据显示，1-10月份全国累计水泥产量19.47亿吨，较去年同期减少约1亿吨，同比下降4.58%，与1-9月份相比，下降幅度减少0.12个百分点。




CAA

建材工业经济运行情况

2013-2015年全国月度累计水泥产量增速



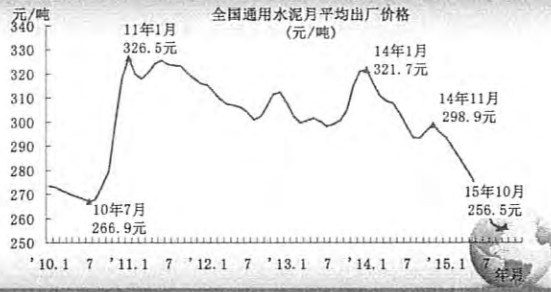
来源：中国水泥协会·数字水泥网



CAA

建材工业经济运行情况

全国通用水泥月平均出厂价格 (元/吨)



元/吨


10年7月 266.9元

11年1月 326.5元

14年1月 321.7元

14年11月 298.9元

15年10月 256.5元




CAA

建材工业经济运行情况

混凝土与水泥制品行业


今年1~9月，由于我国经济增长放缓，固定资产投资和房地产投资增速加速回落，铁路和道路运输投资增速也出现放缓态势，混凝土与水泥制品行业市场需求持续疲弱，产品销售价格持续走低；行业投资、生产和收入增长较去年同期大幅放缓，均在历史低位徘徊。



CAA

建材工业经济运行情况


去年11月以后，全国商品混凝土价格随着水泥价格的下跌同步下滑。今年9月份全国商品混凝土月平均出厂价格每立方米306.4元，前三季度平均每立方米比去年同期下降10.7元，下降幅度3.3%。按混凝土生产消耗水泥数量比例换算，混凝土价格下降3.3%等同于水泥价格下降9.9%，与水泥价格下降幅度基本一致。

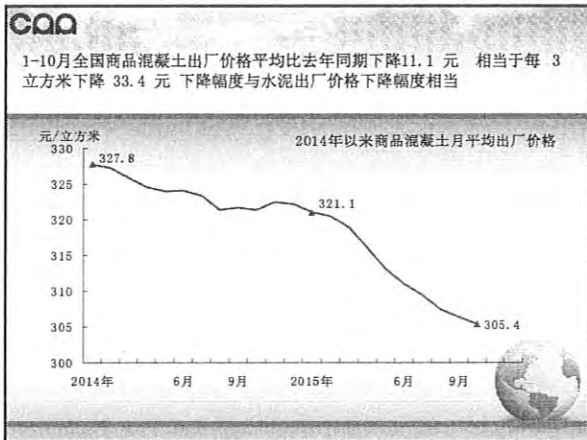


CAA

建材工业经济运行情况

前三季度规模以上混凝土水泥制品业利润累计增幅从年初的同比增长45.1%急剧下滑到同比只增长5.2%。去年水泥和混凝土水泥制品两大产业实现利润占建材全行业利润总额40%以上，今年水泥利润的下降和混凝土水泥制品利润增幅缩减。





CQA

建材工业经济运行情况

建材产品出厂价格持续下降，是影响行业经济运行质量的主要根源。

外部需求不足直接诱因固然是投资需求下降，而在建材产业自身内部，则暴露了产业结构调整 and 转型升级中深层次矛盾和问题。

CQA

二、砂石行业经济运行情况

CQA

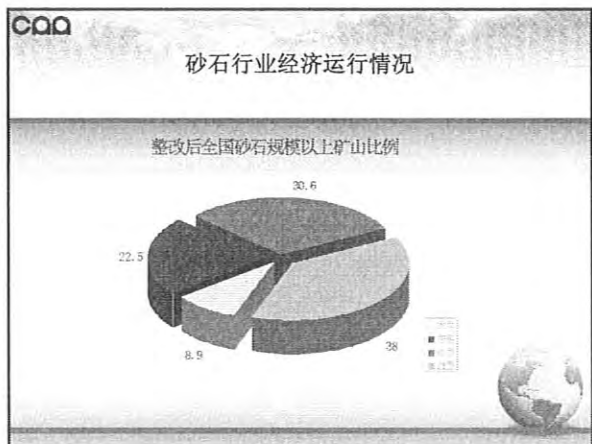
砂石行业经济运行情况

据国土部统计：
 全国注册的建设用砂石企业13300多家，其中，大型矿山占12%，中型矿山占25%，小型矿山占63%。
 其中规模以上的（30万吨/年）机制砂石生产企业有5725家，占43%。

CQA

砂石行业经济运行情况

近几年，各地政府对规模以下企业和涉及无证开采、乱采乱挖、盗采等加大了整顿力度，实施关、停、并转，兼并重组等措施，据了解，涉及相关企业4000多家，规模小、不规范砂石生产企业日渐减少。




CAA

砂石行业经济运行情况

据推算，2013年，我国砂石骨料用量达到130亿吨，2014年骨料用量达150亿吨，今年受基建开工不足和房地产市场萧条影响，2015年砂石骨料用量会略有回落，但价格下滑较大在10%-30%。

但是，高品质砂石骨料需求和价格都在上升。



CAA

砂石行业经济运行情况



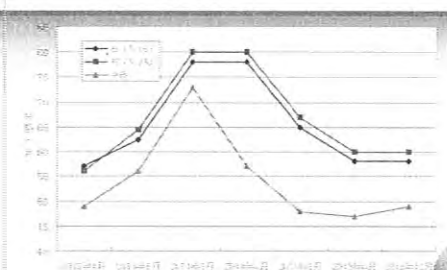
2002年-2015年机制砂和天然砂使用情况对比

- 机制砂
- ▨ 天然砂




CAA

砂石行业经济运行情况



2013-2015年砂石价格走势




CAA

砂石行业经济运行情况

京津冀地区砂石骨料市场

2015年1-8月，京津冀地区商品混凝土消耗砂石量为2.8亿吨左右。由于骨料的使用并不仅限于商品混凝土，还会被用到其他的基础设施建设中，如铁路轨道的铺设，高速公路的路面施工、与石灰等其他材料结合，如砂浆、干粉砂浆中的细骨料重量超过70%等，预计2015京津冀地区商业性砂石骨料的需求量约为5-6亿吨。




CAA

砂石行业经济运行情况

京津冀三个省市的砂和碎石的价格（今年1-6月）


- 北京地区在64元/吨和62元/吨左右；
- 天津地区在61.5元/吨和63元/吨左右；
- 河北省各市为55.5元/吨和54元/吨左右。



CAA

砂石行业经济运行情况

在国家有关政府部门关于促进京津冀地区矿产资源协调发展的政策指导下，在京津冀一体化进程中和冬奥场馆建设的推进下，有望形成以河北各地砂石矿及尾矿生产的机制砂石为主，以再生骨料为辅的砂石供应结构。



砂石行业经济运行情况

上海市砂石骨料市场

具有关数据提供：上海市2015年前三季度用砂2860.87万吨，用碎石5126.18万吨，共计7987.05万吨。其中第一季度用砂石共计2089.05万吨，第二季度用砂石共计2830.01万吨，第三季度用砂石共计3067.99万吨。



砂石行业经济运行情况

上海市砂石骨料市场

上海市的砂石骨料来源绝大部分是从长江中上游经长江运输至上海市，部分由湖州市舟山市等近邻城市由其他河道或沿海水运至上海。上海市砂石价格主要决定性在于长江沿岸整体价格。另外，上海对于全国价格有汇总效应，可以说上海是全国砂石价格的风向标。



砂石行业经济运行情况

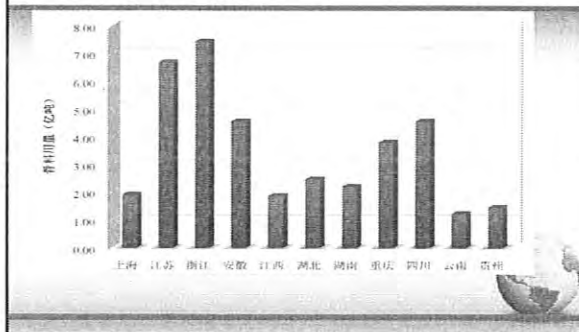
长江流域砂石骨料市场

长江经济带所覆盖的11个省市GDP总量接近26万亿元，占GDP总量的41.2%。

长江经济带自东向西的经济发展本身并不均衡，既覆盖了江浙沪这些发达地区，也包括了像云南和贵州等相对落后的地区，经济发展非常悬殊。



砂石行业经济运行情况



砂石行业经济运行情况

长江流域以其优越的区位优势聚集了大量新建产线，且多数为年产百万吨及以上的规模产线，随着新建产线产能陆续释放，再加之相对需求阶段性缩水，长江流域区域砂石企业产量和价格从2015年一季度开始下滑，部分企业产能利用率被压缩，高产能低产率是沿江砂石企业的普遍特征。



砂石行业经济运行情况

整个长江中下游流域，砂石骨料市场价格普遍出现一定程度的降幅。主要原因来自两方面：

- 1、受国家宏观经济环境影响，基础建设乏力，工程项目普遍开工不足，有效需求大幅缩水；
- 2、长江流域大型砂石生产线绝大部分是在2013年至2015年初建设投产，现已到了一个集中投产释放期，致使沿江产能集聚扩张。



长江经济带建设是长江砂石骨料市场高速发展的重要契机，给长江流域砂石骨料产业发展带来了无限生机。通过在长江中下游的合理布局和规范开发，绿色环保地建设大型机制砂石骨料产业集群地，加快实现砂石骨料工业化发展进程是迫切、必要和可行的。



综述：

- 1、我国砂石产业相对于水泥、玻璃、陶瓷等建材产业产能严重过剩的问题随设那么突出，但由于基础设施建设的总量需求减少，产供销市场受到一定的影响。
- 2、现代高性能混凝土和高速铁路等重点建设工程对砂石的质量要求越来越高，机制砂石骨料成了建设用料的首选，行业发展空间很大。
- 3、规模化、规范化、机械化、自动化、节约化、绿色环保生产的产业化已是机制砂石工业化发展的方向。



砂石协会开展的工作情况

三、砂石协会开展的工作情况



砂石协会开展的工作情况

- ◆完成第二次修订（GB/T 14684-2011）和（GB/T 14685-2011）国家标准的工作
- ◆完成制定《机制砂石行业发展指导意见》
- ◆完成制定“建设用砂石矿产开采准入条件”的研究
- ◆完成制定《机制砂生产技术规程》行业标准。
- ◆开展行业“企业信用等级评价”工作。
- ◆建立砂石行业重点企业统计报表制度，纳入国家统计局统计体系。



砂石协会开展的工作情况

开展的工作

- ◆编制《砂石工业“十三五”发展规划》
- ◆编制《绿色砂石骨料行业生产和应用行动方案》
- ◆制定“高性能混凝土用砂石骨料”等行业标准
- ◆编撰《中国砂石骨料工业大全》
- ◆砂石骨料行业职业培训



- 为中国砂石行业工业技术的进步
- 整体水平的提升共同努力！

· 谢谢大家！



mpa
essential materials
sustainable solutions

The Aggregates Industry in the UK

骨料行业在英国
by Martin Isles

Special Advisor (formerly Director) Health & Safety
Mineral Products Association, London, UK

特别顾问 (原董事) 健康与安全
矿物制品协会, 伦敦, 英国 Nanjing, 8 December 2015

第二届中国国际砂石骨料大会
THE 2ND CHINA INTERNATIONAL AGGREGATES CONFERENCE

新常态 新机遇 新发展
New normal new opportunities new development

mpa
essential materials
sustainable solutions

Mineral Products Industry's Contribution to UK Economy

	300mt	aggregates and manufactured mineral products (Great Britain)		
¥205+亿	£21bn	annual turnover		
¥65+亿	£6.7bn	total gross value added by our industry		
¥4334+亿	£445bn	turnover of industries we supply		
¥131+亿	£135bn	value of 'Construction' - our main industry		
	80,000	people directly employed in our industry		
	3.3m	jobs supported via our supply chain.		

mpa
essential materials
sustainable solutions

Mineral Products Association

The trade association for the aggregates, asphalt, cement, concrete, dimension stone, lime, mortar and silica sand industries

Image Courtesy UK.Fit.co.uk

mpa
essential materials
sustainable solutions

The MPA Agenda

Focuses on reducing cumulative impacts of regulation and taxation

1. Economic conditions that support investment
2. Better Government support for an essential industry
3. A reasonable "licence to operate"
4. Proportionate legislation and regulation
5. Recognition of progress.

Delivering for the UK
Mineral Products Association

mpa
essential materials
sustainable solutions

KEY

- GRANITIC
- GNEISS
- GYPSUM
- LIME
- LIME & SILICA SAND
- COAL
- COAL RESIDUES
- CARBONIFEROUS LIMESTONE
- SILURIAN & DEVONIAN
- BLENKINSHAW
- GARDONIA
- GARDONIA
- PENINSULAR
- LANCASHIRE
- DEVONIAN

Quarries depots & wharves - 695

Mostly sand & gravel

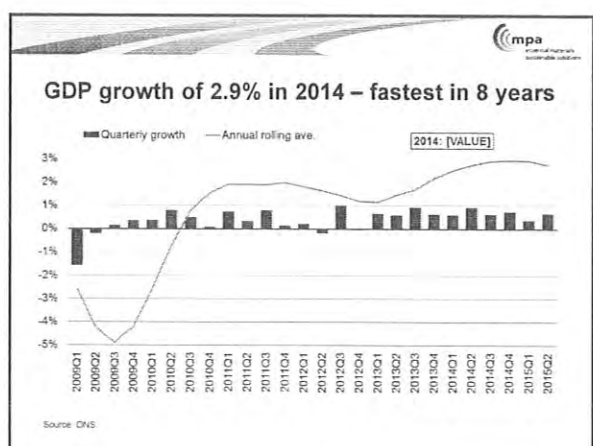
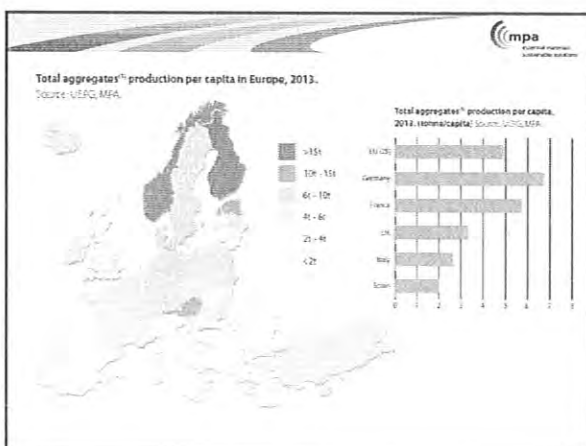
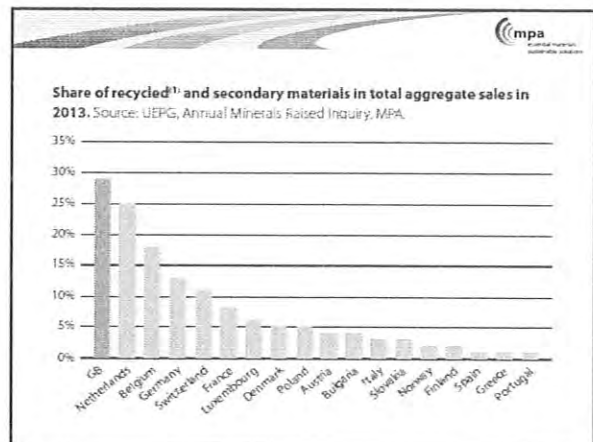
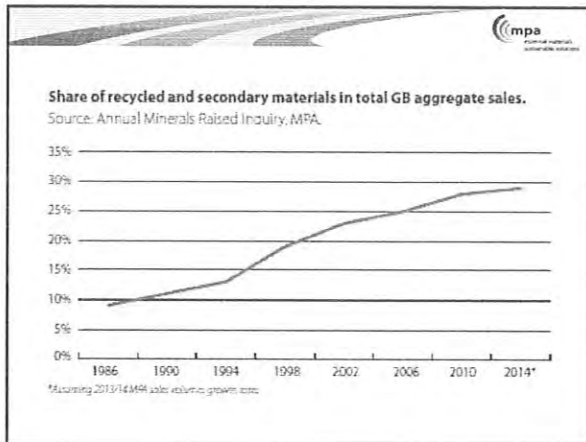
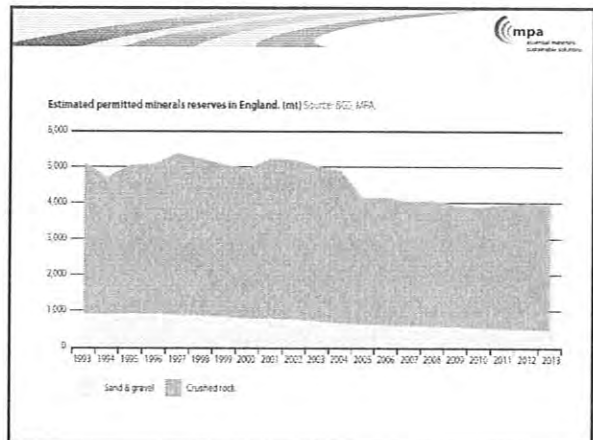
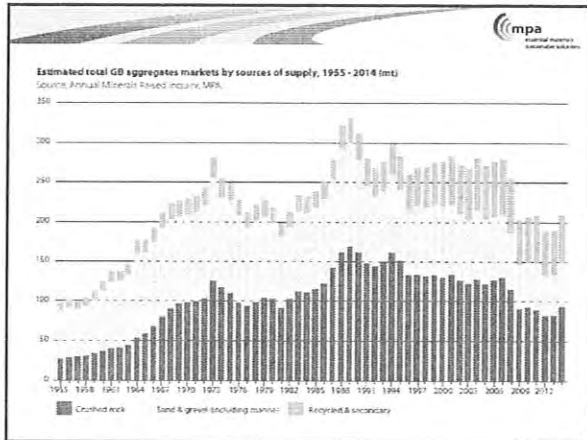
mpa
essential materials
sustainable solutions

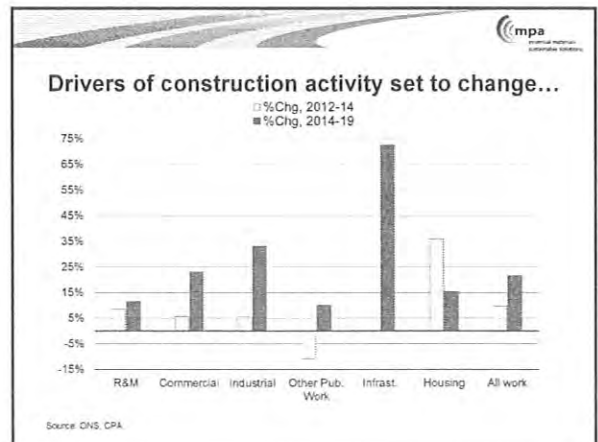
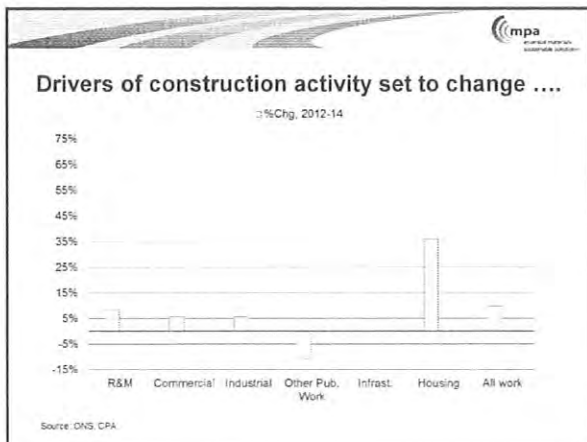
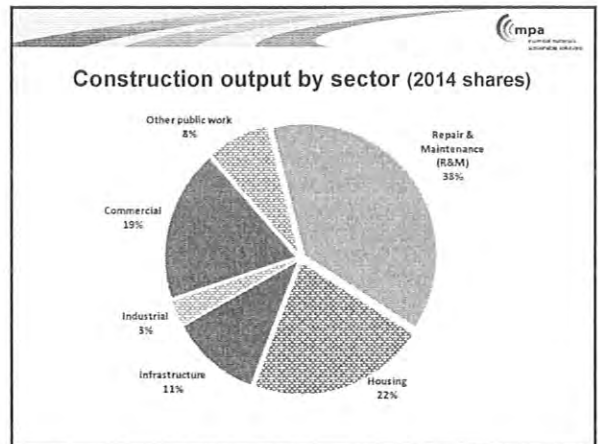
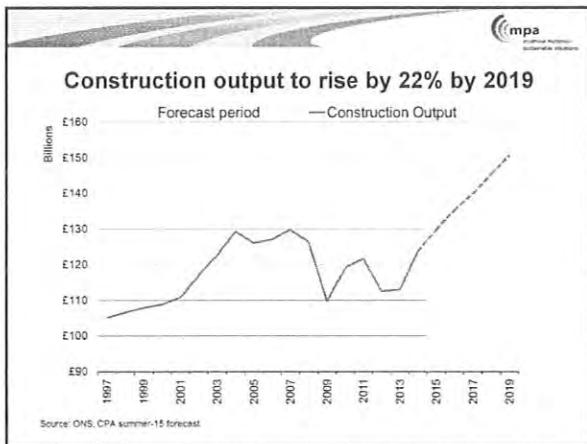
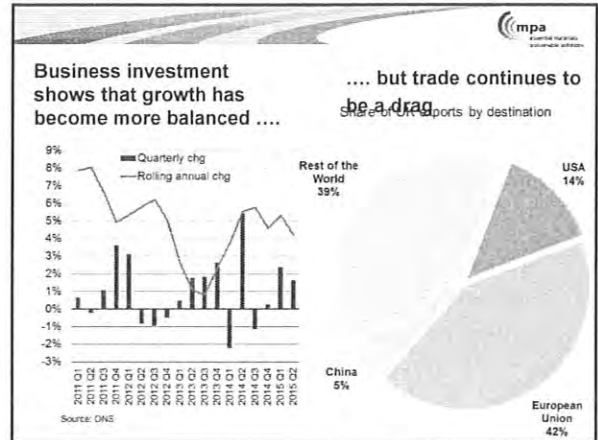
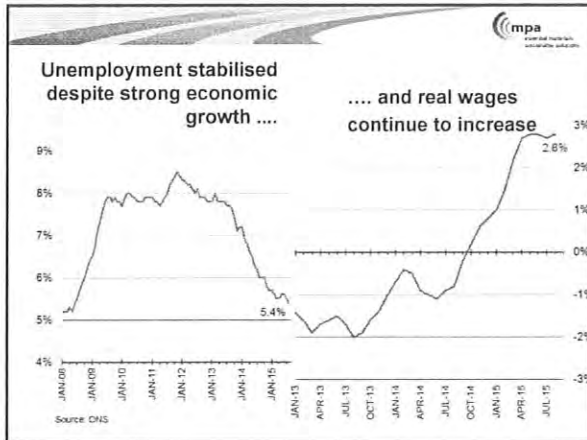
Estimated total UK primary aggregates sales, 2014.

Source: Annual Minerals Based Industry, MPA, QVA Northern Ireland

UK production of minerals, 2013

All minerals	Cracked rock face
Coal 4%	Manufactured gravel 17%
Crude oil 11%	Limestone & other 43%
Natural gas 11%	Aggregates, limestone for cement & lime and silica sand 48%





Economic indicators favour investment in the UK

- MPA represents 90% of aggregate production in the UK
 - 100% of cement production
 - 95% of asphalt production
 - 95% of ready-mixed concrete production
 - 70% of precast concrete production
- To be a member of the MPA, a company needs to observe a range of *MPA Core Values*

MPA Core Values

Health & Safety	健康和安全
Employment	业
Working with the community	与社区合作
Resource efficiency	资源利用效率
Environmental protection	M环境保护
Stakeholder accountability	利益相关者的责任
Carbon management	碳管理
Transport	运输
Heritage	遗产
Restoration of land	恢复土地
Biodiversity	生物多样性
Geodiversity.	地质多样性


essential materials
sustainable solutions

Recent Health and Safety Innovations in UK Quarries

英国采石场最近的健康和安全的创新


by Martin Isles

Special Advisor (formerly Director) Health & Safety
Mineral Products Association, London, UK

特别顾问 (原董事) 健康与安全
矿物制品协会, 伦敦, 英国

Nanjing, 8 December 2015

第二届中国国际砂石骨料大会
THE 2ND CHINA INTERNATIONAL AGGREGATES CONFERENCE


essential materials
sustainable solutions

Health and Safety System in the UK


System in the UK dates back 180 years, e.g.: Factories Act 1833; Quarries Act 1894

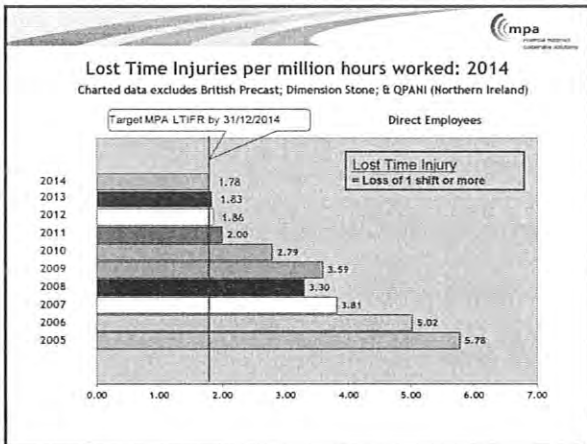
Present system is based on:


Hierarchy

↓

- Health and Safety at Work etc Act 1974: goal-setting; non-prescriptive "those who create risk are best placed to control that risk"
- Regulations, e.g.: Quarries Regulations 1999
- Approved Codes of Practice, e.g.: Health & Safety at Quarries 2013
- Codes of Practice and Guidance
- Industry Guidance: e.g. produced by the MPA (ref.: www.safequarry.com).






essential materials
sustainable solutions

Sources of Inspiration

- www.safequarry.com
- MPA's "Safer by ..." initiatives
- MPA Health & Safety Awards.


essential materials
sustainable solutions

safequarry.com

Home | About the Hub | News | Get Alerts | Info Centre | CFD Reports | Contact us | Log on

Mineral Products Health & Safety hub

Safer by Competence
Best practice
Toolbox talks
Incident Alerts
Hot Topics and Guidance

Public Safety
Case Studies
The resources and support
Right site
Register for alerts



QNIAC guidance



QFT guidance on heavy duty & lifts



Enter MPA's 1st Health & Safety Awards 2015



Safer by Competence



Safer by Design



Safer by Sharing



Safer by Association

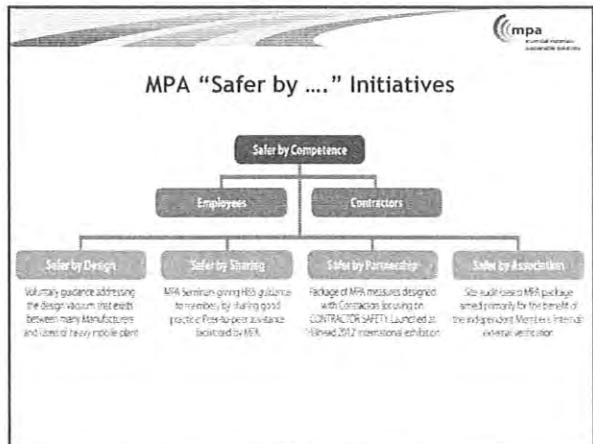


Safer by Partnership

Sharing health and safety resources helps us all work towards Zero Harm

| Recycling | Silica Sand | Aggregates | Asphalt | Cement | Contracting





mpa
MEMBER ORGANISATION
MEMBERSHIP SOLUTIONS

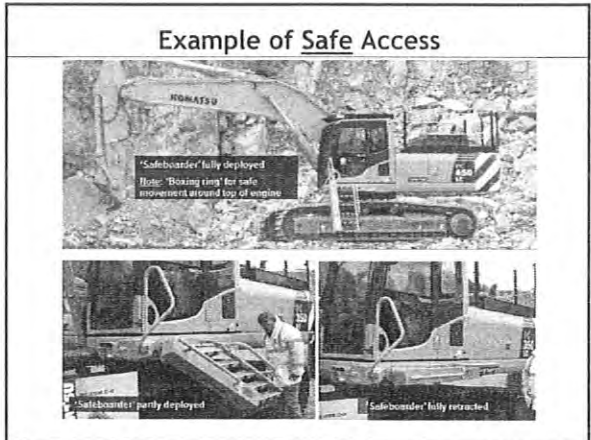
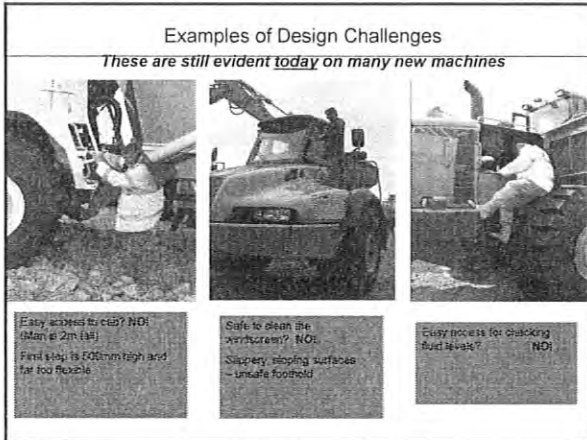
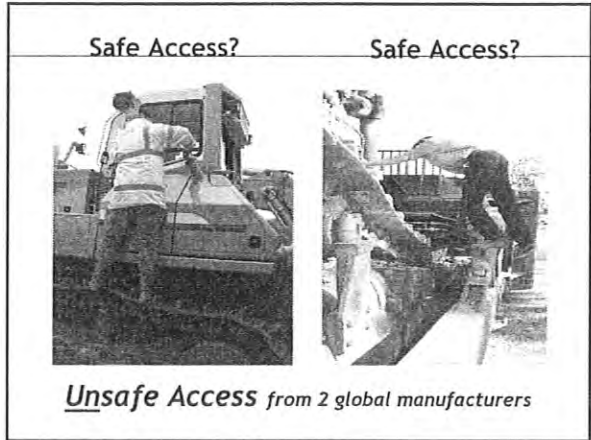
SAFER DESIGN
INTEGRATED PARTS

LOADERS

UPDATED: 2012

SAFETY CHECKLIST FOR MY PLANT

Access Problems	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Days Off Methodology											
If there is a risk of injury, access to the work area should be restricted to only those who are trained and authorised to do so	✓	✓	✓								
Footways to be kept	✓	✓	✓								
Footways to be no more than 200mm off the ground	✓	✓	✓								
At least two ways to be provided for machines entered and machine exitable out of the way	✓	✓	✓								
Power's operation does not start to give a signal of a loader	✓	✓	✓								
All areas to be of consistent height and a standard for consistent height	✓	✓	✓								
Priority access to the work area to be provided for the operator	✓	✓	✓								
Priority access to the work area to be provided for the operator	✓	✓	✓								
Light switches to be at the foot of the machine with a clear path to them	✓	✓	✓								
Light switches to be at the foot of the machine with a clear path to them	✓	✓	✓								
Light switches to be at the foot of the machine with a clear path to them	✓	✓	✓								
Emergency stop to be at the foot of the machine with a clear path to them	✓	✓	✓								




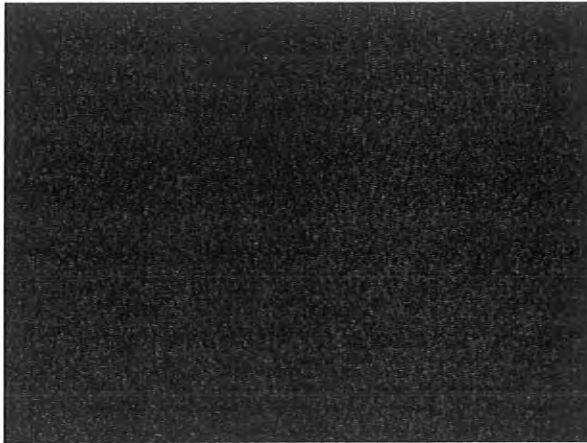
mpa
MEMBER ORGANISATION
MEMBERSHIP SOLUTIONS

Health & Safety Awards 15

MPA Health and Safety Awards
<http://www.safequarry.com/sharing-good-practice.aspx>

Entry Criteria Guidance
Image Guidance
Behavioural Safety: Safety Culture Leadership
Blurred, Nephral, Contact Surfacing
Operator's Safety
Engineering Innovation
Occupational Health and Well-Being
Keyhole Occupational Risk Plan
Tripartite Initiative
Visual Inspections
Zero Damage Property Protection

- mpa
MEMBER ORGANISATION
MEMBERSHIP SOLUTIONS
- Examples of recent innovations that address:
 - Geotechnical safety issues
 - Slips, trips and falls: Account for 50% of MPA members' injuries
 - Musculo-Skeletal Disorders: Minimising physical risks to the human body
 - Protection from flying objects
 - Electrical safety: Are your electrical switches safe?
 - Transport: The need for all-round vision
 - Respirable Crystalline Silica: Preventing silicosis.




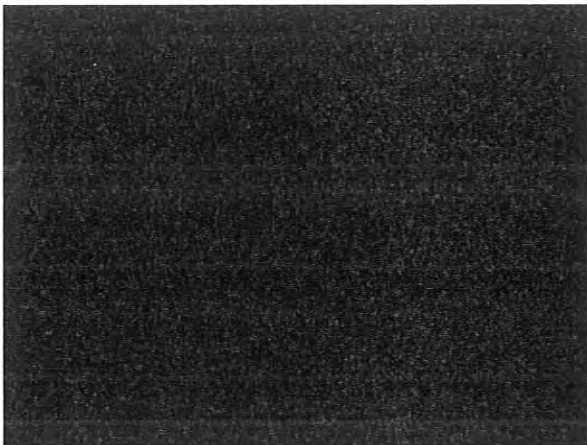
Remote geological mapping of quarry faces

Learning points

- The use of drones allows safe close-up study of inaccessible areas
- LIDAR = remote sensing laser technology

General points

- Blasting is still the cheapest form of crushing for hard rock
- Blasting safety depends on 3D knowledge of rockmass geotechnics
- Aggregates companies should not under-estimate the value of geologists!




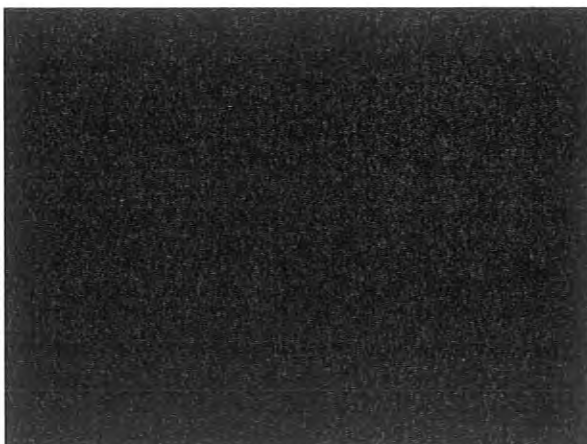
Rockfall Hazard Appraisal System

Learning points

- Enables *risk assessment* by non-specialist person
- Alerts management if a geotechnical specialist is needed

General points

- UK normal maximum heights of quarry faces = 15 metres . . .
- Faces designed with long-term stability in mind
- All faces have edge guarding (large rocks, or continuous bunding)
- Haulroads no steeper than 10% (1 in 10 slope)
- Edge bunding height: *Minimum* of 50% of largest vehicle wheel diameter
- Take action if there are tell-tale signs of rock slope instability.




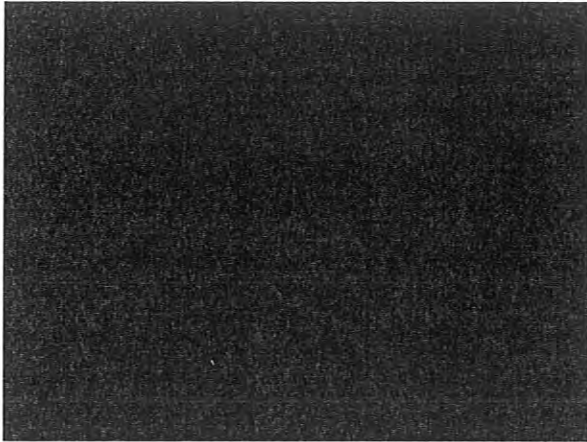
Low-level re-fuelling system

Learning points

- Eliminates falls from height whilst re-fuelling
- Reduces manual handling and risk of musculo-skeletal problems
- Legal requirement in Europe for manufacturers to apply the "CE" mark
- The CE mark, however, does not guarantee *state-of-the-art* safety
- Example: An excavator can have the CE mark without low-level fuelling

General points


- Machine Manufacturers should use "health & safety" as a *selling point!*



Impact crusher blow bar removal

Learning points

- Reduces manual handling and risk of musculo-skeletal problems, including 'hand-arm vibration'
- Reduces maintenance time.




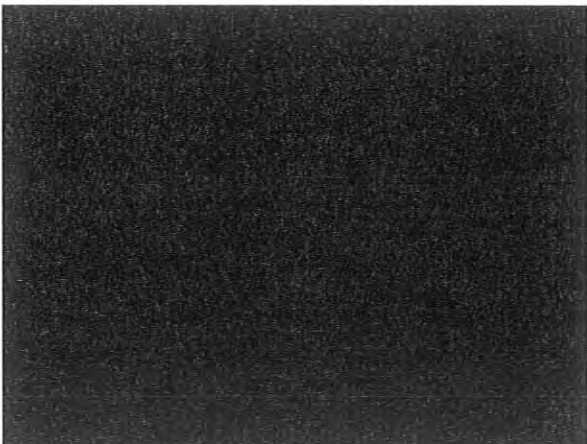
Conveyor return roller bracket

Learning points

- Reduces manual handling and risk of musculo-skeletal problems

General points

- Another example of easing preventative maintenance. "If a job is easier, it's more likely to be done *before* there's a breakdown".



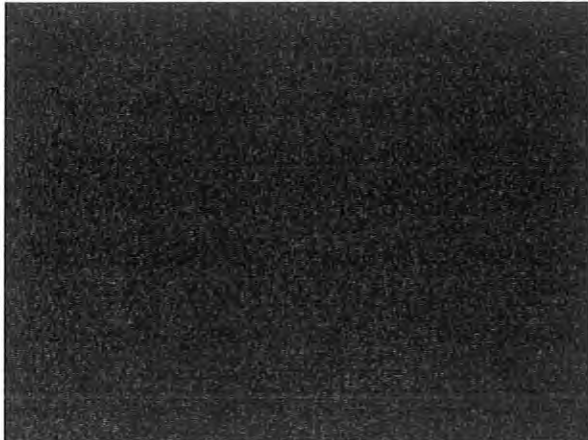
Removing excavator tooth from stalled gyratory crusher


Learning points

- Reduces risk of sudden release of stored energy
- Reduces risk of flying metal splinters or rock fragments

General points

- Keep people away from crushers
- Control crushers remotely: removes operator from dust, noise, vibration, flying rocks.






Conforming Isolators

Learning points

- The broken handle mechanism could not be seen externally
- Mechanical "flag" gives assurance that switch has actually operated

General points


- No second chance with electricity.
- "Lock Out; Tag Out" systems need to be fail-safe
- Every person working on a machine to have his/her own padlock lock-off
- Machine cannot be re-started until every person's padlock is removed.



How much can the machine driver see??

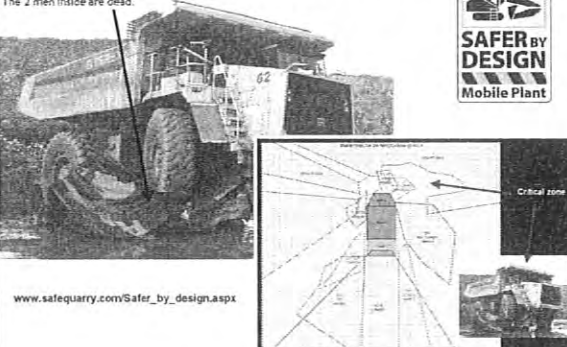
- Directly
- With the aid of:
 - ❖ Mirrors
 - ❖ Closed Circuit Television
 - ❖ All-round (360°) vision systems??.


Latest wheel loaders have larger engine compartments
This helps reduce noise & engine emissions



..... but larger engine compartments reduce all-round vision

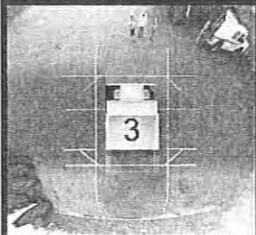

The 'Landrover' was not seen by the driver of the Dumptruck
The 2 men inside are dead.




SAFER BY DESIGN
Mobile Plant

www.safequarry.com/Safer_by_design.aspx

All-round Vision *this technology exists today!*





"Surround View": circa €670 on a €35.000 BMW 520d

Is there a standard?

How long should we have to wait?
5 years?
10 years?



All-round Vision systems should be available now on ALL dumptrucks!



15 industries operating across all 28 European Union (EU) countries signed a "European Social Dialogue Agreement" in 2006. The Agreement is bi-partite (Employers and Trade Unions) and its aim is to prevent the industrial disease "Silicosis".

As part of the Agreement, each Industry in every EU country has to report every 2 years on 12 key performance indicators

Known as the "NEPSI Agreement", this final video urges all industries that create dust containing crystalline silica to protect their workers by preventing Silicosis



Thank you for listening!

感谢您的收听!



Martin Isles
martin@martin-isles.eu
www.safequarry.com

工业化生产高品质粗细骨料的要求与建议

樊粤明、吴笑梅
华南理工大学材料学院
2015.12.08 南京

主要内容

- 一 混凝土用高品质粗细骨料的要求
- 二 国内外混凝土粗细骨料的标准
- 三 国内粗细骨料的工业化生产现状
- 四 对工业化生产高品质粗细骨料的几点建议

一、混凝土用高品质粗细骨料的要求

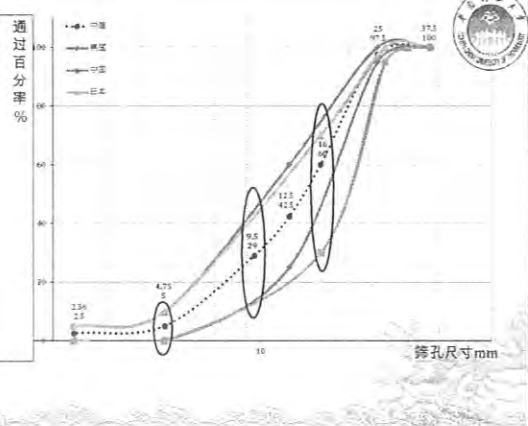
要实现混凝土的绿色化（用较少的胶凝材料、较少的用水量配制工作性能、力学性能、耐久性能满足现代建筑施工要求的混凝土），粗细骨料应满足以下要求：

- 颗粒大小合适，级配连续、合理。
- 堆积密实度大，空隙率小。
- 针片状颗粒少，粒形接近球形，比表面积小，自然堆积角小。
- 坚固性好，本征强度，压碎指标满足配制混凝土的要求，有害物质少。

如何满足上述要求，可从中日美三国的粗细骨料标准来认识

级配标准

公称粒径 mm	累计筛余/%																			
	方孔筛/mm																			
	2.36	4.75	9.50	16.0	30.0	47.5	75.0	150.0	300.0	600.0										
连续粒数	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0														
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0													
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0												
单粒数	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0											
	5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0										
	5~10	95~100	85~100	0~15	0															
	10~16	—	95~100	80~100	0~15															
	10~20	—	95~100	55~100	0~15	0														
	16~25	—	—	55~100	55~70	25~40	0~10													
	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	0~10	0												
	20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	0~10	0											
	40~80	—	—	—	—	95~100	—	70~100	30~60	0~10	0									



三国混凝土用5-25mm石的级配标准

国家	37.5	31.5	26.5	16	12.5	9.5	4.75	2.36
美国	100 (100)	—	95-100 (97.5)	—	25-60 (42.5)	—	0-10 (5)	0-5 (2.5)
日本	100 (100)	—	95-100 (97.5)	30-70 (50)	—	—	0-100 (5)	0-5 (2.5)
中国	—	100 (100)	95-100 (97.5)	30-70 (50)	—	—	0-10 (5)	0-5 (2.5)

注：括号内的数字为中值

粗骨料的级配要求（过筛量%）：
 4.75mm：5%
 9.5mm：30%
 16mm：(55±5)%

2.1.2 紧密堆积的评价方法

(a) 孔隙率法 (b) 堆积最大容重法

2.1.3 粒形好坏的评价方法

(a) 直观法

(b) 自然堆积角对比法 (自然堆积角大小是级配与粒形的综合反映)

2.1.4 本征强度与压碎指标要求

2.1.5 混凝土粗骨料有害组分的标准

1、美国标准

类别	最大质量分数
碎石 (比重小于 2.40)	3-5
粘土块、易碎颗粒和碎石的总量	3-10
细于 75μm 的材料	①
煤和褐煤	0.5-1

2、日本标准

- 石子的最大微粒含量为 3.0% 密实率大于 58% 的石子可放宽到 5%。
- 微粒含量允许偏差，在规定值附近允许偏差：石子为 ±1.0%。

3、中国标准

泥是指粒径小于 75μm 的颗粒

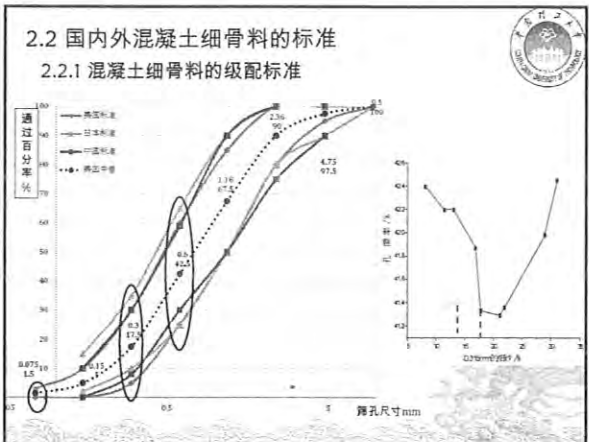
类别	I	II	III
含泥量 (按质量计) / %	≤ 0.5	① ≤ 1.0	≤ 1.5
泥块含量 (按质量计) / %	0	≤ 0.2	≤ 0.5

类别	I	II	III
有机质	合格	合格	合格
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计) / %	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.0

粗骨料有害组分的要求

中国和美国标准对于含泥量要求比较严格 (≤ 1.0%)，日本标准较宽松 (≤ 3.0%)。

美国标准对煤和褐煤含量、烧石含量有所要求。中国标准在有机物、硫化物含量方面有所要求。



三国混凝土用砂的级配要求

筛孔尺寸 / mm	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
美国	100	95-100	80-100	50-85	25-60	5-30	0-10	0-3
	(100)	(97.5)	(90)	(67.5)	(42.5)	(17.5)	(5)	(1.5)
日本	100	90-100	80-100	50-90	25-65	10-35	2-15	—
	(100)	(95)	(90)	(70)	(45)	(22.5)	(8.5)	—
中国	—	90-100	75-100	50-90	30-55	0-20	0-10	—
	—	(100)	(97.5)	(70)	(41.5)	(9)	(5)	—

注：中国标准为《中国标准关于天然砂》的规定。

细骨料级配要求 (过筛量%) : 0.075mm : 1.5%
 0.3mm : (20±2.5) %
 0.6mm : (43.7±1.2) %
 4.75mm : (97.5±2.5) %

2.2.2 混凝土细骨料有害物质的标准

1、美国标准

类别	最大质量分数
粘土、有机质、易碎颗粒	②
煤和褐煤	—
有要求要求的混凝土	0.5
其他的混凝土	1.0

2、日本标准

- 砂的最大微粒含量为 4.0%。
- 微粒含量允许偏差，在规定值附近允许偏差：砂为 ±2.0%。

3、中国标准

泥是指粒径小于 75μm 的颗粒

类别	I	II	III
含泥量 (按质量计) / %	≤ 1.0	① ≤ 1.0	≤ 1.0
泥块含量 (按质量计) / %	0	≤ 1.0	≤ 2.0
有机质	—	合格	合格
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计) / %	—	合格	合格
氯化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计) / %	≤ 0.01	≤ 0.02	≤ 0.06
同种骨料 / %	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5

注：① 指用于配制混凝土的砂；② 指用于配制砂浆的砂。

细骨料有害组分的要求

- > <75um的颗粒含量：中国与美国要求较严格 (<3%)，日本要求较宽泛 (<9%)
- > 其他：美国标准里对含煤量有所要求，值得借鉴。中国在云母、轻物质、有机物、硫化物、氯化物、贝壳等方面规定的较详细。

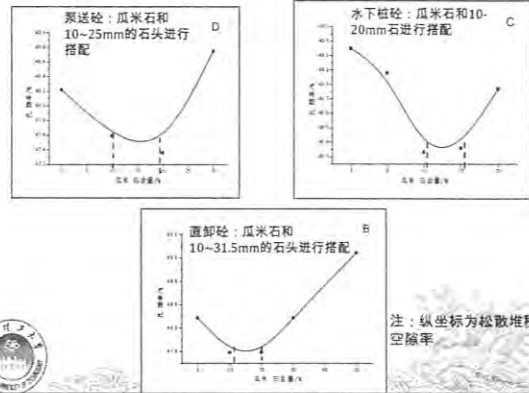
以上讲述三个国家粗细骨料的标准，其主要目的是阐明高品质粗细骨料是有明确的品质指标，工业化生产高品质粗细骨料必须以此为要求！

三、国内粗细骨料的工业化生产现状

碎石：

- > 规格划分多样化：5~16mm，16~25mm，5~10mm，10~25mm，10~31.5mm，20~40mm
- > 各种规格所占比例差异较大
 - 10~25mm：60%~80%
 - 5~10mm：20%~45%
- > 大量试验证明：混凝土用5~25mm的级配碎石时，当5~10mm颗粒含量在20%~25%时可达到较低的堆积空隙率（标准中值为30%），目前碎石生产工艺线，普遍存在5~10mm的石子比例偏多的情况。造成骨料级配不合理。

用花岗岩碎石做的二级配试验结果——空隙率随着瓜子石掺量的变化关系图



现状

- > 粗骨料分级随意，没有按客户要求进行分级。
- > 由于生产线破碎产品的各粒级规格所占比例与标准要求差异较大，若按生产产品实际比例搭配，粗骨料空隙率大。若按紧密堆积原则搭配，部分规格产品无法消化。
- > 忽视有害组分的影响，含泥量大、石粉多，没有相应的处理设备。
- > 粗骨料粒形差异大。

机制砂：不同方式生产的砂级配差异

序号	天然砂		1#机制砂		2#机制砂		3#机制砂	
	分筛余%	累计筛余%	分筛余%	累计筛余%	分筛余%	累计筛余%	分筛余%	累计筛余%
4.75	3.44	3	0	0	0	0	0	0
2.36	9.32	13	7	7	8.8	8.8	7.1	7.1
1.18	11.42	24	28.8	35.8	50	58.8	19.8	26.9
0.6	16.16	40	21.2	57	22.2	81	26.9	53.8
0.3	42.04	82	19.4	76.4	13	94	28.4	82.2
0.15	16.06	98	9.6	86	3.4	97.4	12.3	94.5
盘底	1.32	99.8	13.4	99.4	2	99.4	5.5	100
0.3mm筛下含量	17.40%		23.00%		5.40%		17.8%	
细度模数	2.5		2.6		3.4		2.65	
自然堆积角/°	30.65				38.66		34.08	

- 这种天然砂的模数及级配是较为理想；
 - 1#砂虽模数理想，但颗粒分布与天然砂差异较大；
 - 2#砂，模数大，0.30筛下物过少，仅6%。
 - 3#砂模数与级配均较理想。
- 由上可见，要按混凝土合理级配来制造好的人工砂使其级配接近于天然砂状况，则要用多工序的方法才行。



与优质天然砂相比：

模数合适（2.6左右）的样品，0.15mm以下的颗粒含量过多，如1#样。

0.15mm以下的颗粒含量少的样品，模数又偏大（3.4），0.3mm以下的颗粒含量偏少，自然堆积角偏大，如2#样。

模数、级配、细粉（0.15mm以下）含量均较好的样品，投资大，电耗高（12度/吨），磨损消耗大，自然堆积角与天然砂相近，如3#样。

四、工业化生产高品质粗细骨料的几点建议

1、粗细骨料的品质以国标及混凝土的需求来评价，建议建造工业化生产线时应考虑以下因素：

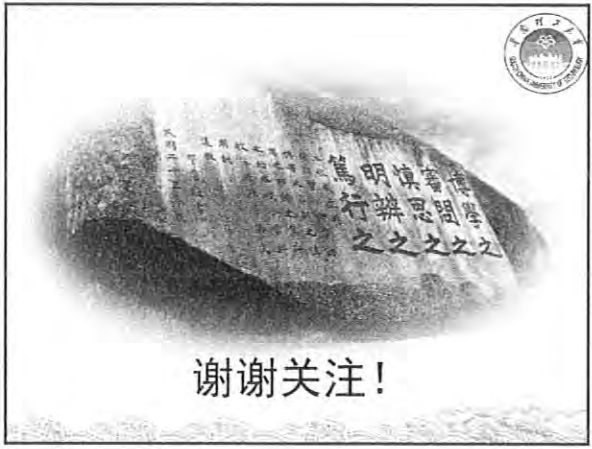
- a) 矿石头本征强度，坚固性，有害物质，其石粉的外加剂相容性；
- b) 粗骨料的粒形，颗粒分布的连续性；
- c) 细骨料的颗粒分布尽可能满足国家标准中砂二区中值的级配；砂的自然堆积角越小越好；0.075mm以下的颗粒含量少于5%。

2、粗细骨料产品的分类要按国家相关标准/当地资源情况/混凝土生产单位的使用习惯来确定，如：碎石分5~10mm, 10~25mm, 10~31.5mm, 20~40mm。砂的细度模数分为1.8~2.2（作为细砂搭配使用或砂浆用砂），2.4~3.0（大部分混凝土用砂），3.0以上（作为粗砂校正当地细砂资源使用）

3、各种规格砂、石的比例基本符合市场的需求，避免某些品种过多（如5~10mm），造成生产与使用的矛盾。最优的工艺方案是能在生产中做到各种规格产品的比例可根据市场需求进行调整。

4、由于粗细骨料属低值产品，应尽可能做到生产过程消耗少（低电耗、低磨损），实现低成本生产。并做好防噪音与粉尘污染，实现绿色环保。

5、对占总量10~20%的石粉的综合利用，实现零排放、环保、绿色化。如石粉的外加剂相容性较好（如石灰石），在符合国家掺合料标准要求的前提下，生产掺合料；如相容性较差，含泥量较高的，可考虑生产各类制品（各种美化城市的铺路砖）。



谢谢关注!



报告目录

- 现代混凝土的概念与特征
- 骨料与混凝土的关系
- 雾里看花的高性能混凝土
- 我国骨料目前存在的问题
- 关于骨料的几个观点
- 高品质骨料的技术要求
- 主要结论与启示

现代混凝土的定义

由于高效减水剂发展和广泛使用而带来根本性变化的多组分混凝土。

开发
技术进步

混凝土
登上新技术平台

CSSA

现代混凝土的特征

流变性

建筑施工对混凝土拌和物的和易性要求越来越高，预拌混凝土要满足坍落度和扩展度的要求。

以大流态为主体，拌和物流变性成为一个重要问题

屈服剪切应力 → 坍落度

粘度 → 倒坍落度
排空时间

协调与统一!

CSSA

现代混凝土的特征

强度

混凝土工程建设对混凝土强度等级的要求越来越高。

水胶比 ☺

胶凝材料活性 ✕

骨料强度 ✕

- ◆ 对混凝土强度构成的认识必须更新。
- ◆ 现代混凝土对胶凝材料活性依赖明显降低。

CSSA

现代混凝土的特征

强度

工程对混凝土强度的要求与保证：

低水胶比下，混凝土产生所要求的强度对水化产物的需求量在降低，而且也没有条件形成更多的水化产物。这样的背景下，获得同样强度，胶凝材料的组成可以有一个相对较大的范围。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

强度

现代混凝土强度的构成：

从整体上说，混凝土是高度复杂的非均质多相体，其内部的相互作用力主要的是范德华力。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

强度

现代混凝土强度的构成：

水泥水化后生成的凝胶体是由纳米级大小的凝胶粒子组成的，互相之间产生较大的吸引力，把粗的、结晶态的、本身强度高的其它粒子胶结在一起组成产生强度的整体，这应当就是硅酸盐水泥胶凝性的本质。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

强度

现代混凝土强度的构成：

- 水泥浆体中纳米尺度单元的尺寸多样化无序团聚的粒子群赋予混凝土的强度。
- 颗粒越细，粒子间距离越近，相互间吸引力越大。
- 骨料界面的粘结效果对强度的构成具有显著影响。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

掺合料

减水剂的普遍使用，可以在保持混凝土拌合物工作性不变的前提下，大幅度改变其水胶比，获得不同强度等级的混凝土。水胶比降低，低活性、非活性掺和料得以广泛应用。

胶凝材料不再是以水泥为唯一组分或绝对组分，而是由水泥和掺和料组成。
需要树立大胶凝材料的概念。
一个“大”代表格局。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

掺合料

胶凝材料的活性（早期活性）应依据混凝土强度要求给予满足，高活性物质与低活性物质的比例不是一成不变的。

良好的需水行为 强度 高体积稳定性 耐久性

必须满足！

矿物掺合料的合理使用必须考虑具体的应用与环境。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

骨料 混凝土中最稳定的组分

最少量的浆体
+
大量的骨料

良好施工性能的和物

耐久性好的混凝土

骨料的质量在很大程度上决定着混凝土配合比设计的路线。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

骨料

大自然是我们最好的老师，他虽无言，但时刻示范和引领我们。需要我们有悟性。

山石河卵历经亿万年但能够稳定存在告诫我们：增大混凝土中骨料的比例是提高耐久性的关键技术原则。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

骨料

和易性 强度
体积稳定性 经济性
耐久性

必须重视!

砂石质量好，就可以有效控制浆量，进而降低水泥用量。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

现代混凝土的特征

骨料

越来越多的研究表明现代混凝土的强度和骨料强度没有直接关系，因此在选择料源时应综合考虑骨料的品质而不是强度。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

骨料与混凝土关系的变化

骨料作用的变化

- ◆ 低流动性混凝土需要骨料作骨架，传递应力，因而更看重骨料强度；
- ◆ 当混凝土对和易性要求越来越高的时候，混凝土对砂石的质量要求更看重级配、粒形等方面。既然满足施工要求是硬指标，质量不好的骨料，必然浆骨比大，这样既不经济，对硬化性能也有不利影响。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

骨料与混凝土关系的变化

法天师地 敬重万物

老子说：天地不仁，以万物为刍狗。告诫我们应该体恤、敬重世间万物。

我们高质量加工机制砂石，能够很好地服务于混凝土，实现节能减排，延长混凝土结构物寿命。就是做到物尽其用，“以万物为刍狗”。

CSSA

我们应该重视骨料的品质

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

骨料产业正处于发展的机遇期

规模空前的基础设施建设

我国建筑结构以钢筋混凝土结构形式为主体，混凝土用量接近世界年产量的60%，砂石骨料消耗量巨大，生态、资源受到严重影响和挑战。如果这样沉重的代价不能换来好的技术效果和建筑物的长寿命，我们将贻害子孙。

CSSA



北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

骨料产业正处于发展的机遇期

机制砂担当主力砂源大势所趋

不少地区的天然砂资源已近枯竭，随着基本建设日益发展和农田、河道环境保护措施的逐步加强，我国不少地区出现天然砂资源紧张或限制采挖！质量日益下降，而价格大幅上涨，进而导致混凝土用砂供需矛盾突出。

CSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

骨料产业正处于发展的机遇期

做好机制砂是当前混凝土行业的一件大事

细骨料的质量不仅直接影响新拌混凝土的工作性，影响混凝土的浆骨比，最终影响混凝土的耐久性。随着优质河砂资源的枯竭，机制砂已经和正在成为混凝土生产的主要砂源。

围绕机制砂加工产业的迅速发展，我们面临一个重大机会，如果做得好，中国混凝土骨料的质量将实现跨越性提高，这对中国混凝土产业和结构工程质量具有战略意义。

CSSA

雾里看花的高性能混凝土

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

关于对高性能混凝土认识和理解的讨论和质疑比较多，一度有人提议取消高性能混凝土的称谓。

有人认为是

- 高强混凝土才是高性能混凝土
- 大流态混凝土才是高性能混凝土
- 大掺量掺和料混凝土才是高性能混凝土
- 其实所谓的高性能混凝土就是裂缝混凝土

要不要高性能混凝土的称谓?

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

我的观点

我反对取消高性能混凝土称谓的观点,我说过高性能混凝土是混凝土技术进步过程中的一个载体和推手,既要严肃、科学地对待,又不要因噎废食,谈虎色变。

我赞同的观点

我们不是要讨论是否沿用高性能混凝土这个词,而是要讨论如何在合适语境中准确地使用这个概念,从而避免一些不必要的误解和无谓的争论。

没有一成不变的真理,只有与时俱进的认知。

利用好高性能混凝土

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

导向

第一是有利于提高混凝土质量、有利于提高建筑品质。

第二是在第一个内涵的基础上,有利于节约环保和可持续发展。

高性能混凝土的多种定义确实迷人双眼,但浮云蔽日终有时,应该相信目前我们正在接近正确和合理的目标;

高性能混凝土的要点认识

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

要点

- 1. 高性能混凝土不是混凝土的一个品种
- 2. 不是混凝土搅拌站可以独立生产的
- 3. 是在结构中实现的目标
- 4. 高性能混凝土是要提高成本的 原料 工期等
- 5. 高性能混凝土必须高匀质性

高性能混凝土不一定高强,不一定大流态,也不一定大比例掺加掺合料

高性能混凝土的要点认识

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

要点

- 6. 特定环境中良好的体积稳定性和耐久性
- 7. 高性能混凝土制备中注重控制浆骨比
- 8. 施工是实现高性能最后、最重要的环节
- 9. 高性能混凝土要工程所需要的特定高性能
- 10. 高性能混凝土注重配合比优化

HPC制备技术关键是实现对用水量的控制

高性能混凝土是一场从材料到结构的科学革命,是基于现代混凝土技术平台,需要建立新的范式。

决策推进高性能混凝土

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

两部委发文推广高性能混凝土

指南关于高性能混凝土的定义:以工程设计和施工对混凝土性能的特点要求为总体目标,合理选用优质常规原材料,掺加外加剂和合理掺量的矿物掺和料,采用较低的水胶比并优化配合比,通过绿色和预拌生产方式及严格的施工措施,具有优异综合性能的混凝土。

HPC定义中提出优质原材料的要求,这一点我们必须给予高度重视,为我们推动高品质骨料加工吹响了集结号

阿联酋某工程所用不同强度等级混凝土的配合比 (kg/m³)

强度等级	20mm	10mm	5mm			
C10	390	140	470	450	640	350
C50	430	142	470	450	610	340
C60	440	132	640	360	580	300
C70	450	142				50
C80	450	142				50

CEM-I42.5水泥, 磨细矿渣粉, 煤灰
C60以下不用硅灰, C70以上用20~40kg/m³硅灰

根源在于中国长期不重视骨料的品质

我国骨料存在的主要问题

- 粗骨料目前主要是粒形问题
- 河砂细度偏细, 含泥量高
- 机制砂颗粒形状不好, 含石率高
- 级配不合理, 两头大中间小

CSSA

我国骨料目前存在的主要问题

粗骨料目前主要是粒形问题

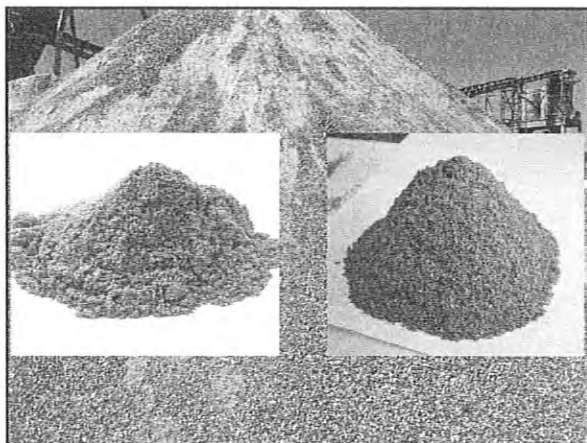
中外关于粗骨料针片状颗粒定义的区别

术语	定义要点	中国	美国
针状骨料	颗粒的长度与该颗粒平均粒径的比值	>2.4	>1.8
片状骨料	颗粒的厚度与该颗粒平均粒径的比值	<0.4	<0.6

在这样的前提下, 即使标准中的指标控制一样, 骨料粒形的实际情况却大不相同

我国骨料目前存在的主要问题

粗骨料目前主要是粒形问题

细骨料存在的问题

机制砂生产存在的问题

- 洗走石粉的问题。目前, 有些混凝土用户不了解石粉与粘土的区别意味要求洗去石粉的做法是错误的。亚甲蓝值—机制砂分级和控制石粉含量的重要指标。
- 严格选择母岩, 禁止用风化严重的泥质砂岩或其他山岩加工机制砂。控制办法就是检测其坚固性与压碎指标, 不合格的不能使用。

细骨料存在的问题

北京建筑大学



机制砂片状颗粒的影响

既然耐久性和需水量相关,因此,集料的外形和质地会影响混凝土的耐久性。较差的颗粒外形会增加需水量,从而降低耐久性。

CSSA

关于骨料的主要观点

北京建筑大学



骨料是混凝土技术和质量控制的上游环节

砂石是混凝土技术和质量控制的上游环节,我国砂石质量差,级配不合理、空隙率高,粒形不好,不仅影响混凝土拌合物和易性,对混凝土力学性能和耐久性都带来不利影响。

CSSA

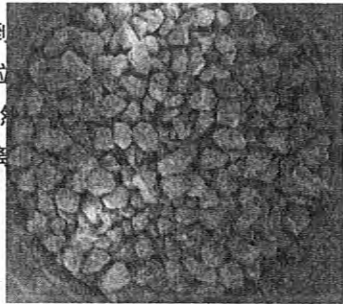
必须明确的观点

北京建筑大学



现代混凝土骨料的品质

谈到...的是使用级配和粒...量的拌和物。当然...清洗海砂的氯离



CSSA

关于骨料的主要观点

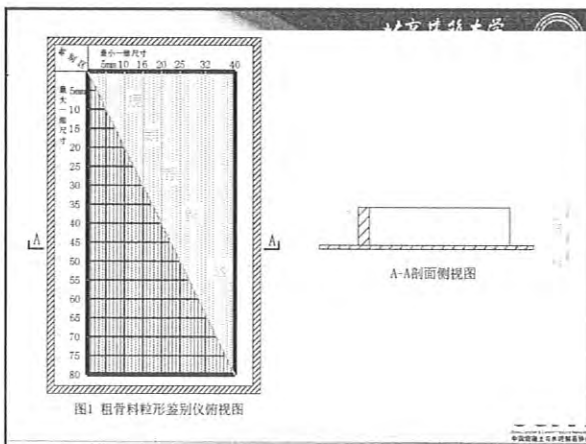
北京建筑大学



粗骨料不规则颗粒的概念和检测方法

由于我国粗骨料针片状颗粒的定义过宽,目前我们有必要在此指标之外针对粗骨料提出非常不规则颗粒的概念和检测方法,并逐渐引入标准。

CSSA

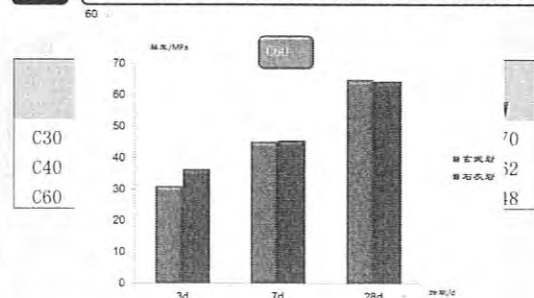


关于骨料的主要观点

北京建筑大学



关于不同强度岩石粗骨料对混凝土强度的影响



关于骨料的主要观点



关于不同强度岩石粗骨料对混凝土强度的影响

众所周知，玄武岩岩石强度远高于石灰岩，一般用于高强预应力混凝土中。那么，大家分析一下为什么玄武岩骨料混凝土强度高呢？

关于骨料的主要观点



关于不同强度岩石粗骨料对混凝土强度的影响

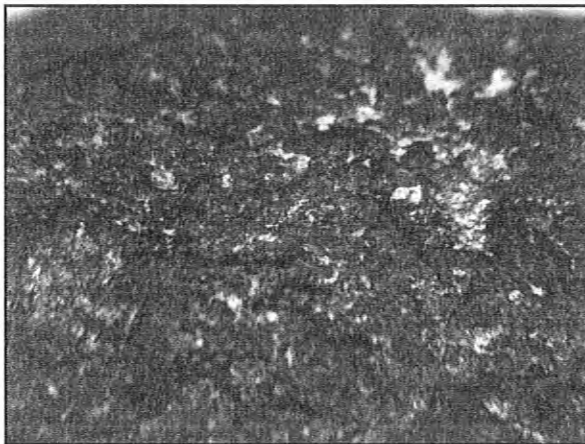
强度高



吸水率高



表面织构特征



骨料的主要观点



关于机制砂的级配问题

颗粒的粒径分布对混凝土拌和物的工作性！离析和泵送性能起着很重要的作用。许多专家认为，相比间断分布的混合物而言，均一分布的混合物具有更好的工作性能。

骨料的主要观点



关于机制砂的级配问题

ASTMC33规范早期版本中允许使用间断级配或某一粒级的颗粒过多或过少的集料，并且规范并不提倡不同粒径范围集料之间的混合。这不利于混凝土拌合物和易性。

ASTMC33的新版本已经允许集料的混和，这样，混合后的集料比混合前的集料具有更好的特点。

骨料的主要观点



关于机制砂的级配问题

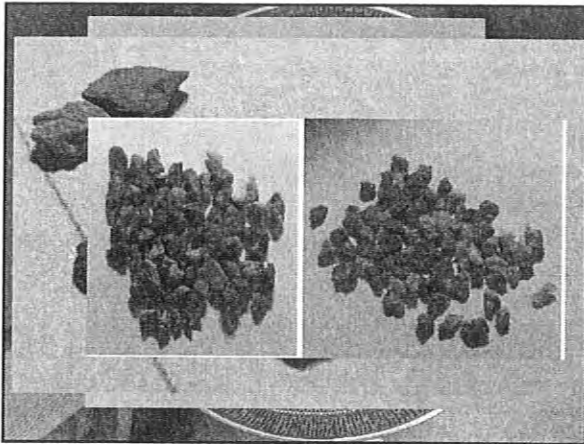
机制砂级配不良是普遍存在的，原因是众多机制砂设备制造厂商不注重研究机制砂制备配套工艺。只能生产圆锥破、竖轴冲击破等主力设备是远远不够的，不考虑级配和石粉含量调整与控制工艺及设备，这样的骨料设备企业是没有能力保证用户生产出级配、粒形良好的机制砂的。目前放眼砂石加工设备企业，敢说有这个能力的并不多！

骨料的主要观点

关于机制砂的粒形问题

我国机制砂粒形不好，片状颗粒多的情况也普遍存在，这里有个问题是标准中没有这方面的技术要求。如果说国际上都没有这个要求，显然不是理由。为提高我国机制砂产品质量，我们有必要提出机制砂片状颗粒的概念与检测方法。

CSSA



骨料的主要观点

关于碱活性问题

考虑到目前的预拌混凝土中普遍掺加掺和料，碱骨料病害发生可以说是小概率事件。在强调产业可持续发展和资源合理利用的大背景下，认为碱活性骨料不可用的观点不可取。如果骨料具有碱活性，则要求配制混凝土时粉煤灰占胶凝材料比例不低于30%或矿渣粉占胶凝材料比例不低于40%，并相应采用较低的水胶比，含气量不低于4.0%

CSSA

高品质骨料的技术要求

Wait, 什么样的骨料才算是高品质呢?

粗骨料	不规则颗粒	卵石、碎石颗粒的最小一维尺寸小于该粒径所属范围平均粒径0.5倍的粗骨料颗粒，称为不规则颗粒
	指标要求	不规则颗粒：≤20；针片状：≤3
	连续级配松散堆积空隙率	≤41
	坚固性	石子质量损失：≤3%
细骨料	片状颗粒	最小一维尺寸小于该粒径所属范围平均粒径0.45倍的颗粒，粒径范围在1.18以上，建议控制指标≤20%
	坚固性和单级压碎值	砂子质量损失：≤5% 单级压碎值：≤15%

高品质骨料的主要技术要求

粗骨料

- 颗粒表面具有不渗透的结构特征，则不利于形成良好的粘结。
- 骨料吸水率大则不利于抗冻性。

建议粗骨料吸水率控制在1.5%以下。

混凝土中充满哲学，有利就有弊，有好就有坏。

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

粗骨料 **立方体抗压强度**

- ◆ 现行标准中对于高强混凝土，要求粗骨料岩石抗压强度至少应比混凝土设计强度高30%。
- ◆ 对于普通等级干硬性混凝土、塑性混凝土仍要求粗骨料岩石抗压强度至少应比混凝土设计强度高20%。
- ◆ 配制C60以下的泵送混凝土时，对普通石子可不要求强度。

GSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

粗骨料 **压碎指标**

表10 粗骨料压碎指标

类别	特 I	I
碎石压碎指标/%	≤10	≤10
卵石压碎指标/%	≤12	≤12

GSSA

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

细骨料 **级配**

方孔筛砂样	4.75m	2.36m	1.18m	600μm	300μm	150μm
天然砂	10~0	25~0	50~10	70~41	92~70	100~90
机制砂	10~0	25~0	50~10	70~41	92~70	94~80

含量不大于10%

思考的问题：
二区杀砂可以作为高品质砂的级配目标吗？

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

细骨料 **石粉含量**

表 1.1 各国机制砂石粉含量的限值

Table 1.1 Limits of Aggregate micro fines in various countries

国家	石粉含量限值(颗粒的百分比)
美国	5%~7%(粒径小于 75μm)
西班牙	6%(粒径小于 63μm)——天然砂 15%(粒径小于 63μm)——机制砂
英国	15%(粒径小于 63μm)
印度	15%~20%
澳大利亚	25%
法国	12%~18%(粒径小于 63μm)

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

颗粒级配与粒径

由于机制砂的粒形较河砂差，因此对拌和物的流动性能不利，但适量的石粉可以弥补其粒形的不足。

机制砂石粉含量

亚甲蓝值 (MB值) 不大于1.0时，石粉含量不大于10%，试验证明满足性能要求时，中低强度混凝土可以放宽到15%。

如果MB值在1.0—1.4之间，石粉含量建议不大于6%。

当MB值大于1.4~2.0，石粉含量建议不大于4%；

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

高品质骨料的主要技术要求

岩石

1. 严格选择母岩，禁止用泥质砂岩或风化严重的其他山岩加工粗细骨料。
2. 禁止用放射性指标超标的山岩加工骨料。
3. 加工砂石时注意剥离山皮土。

GSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

常规掺合料供应出现问题

砂石加工业必须解决石粉问题

石灰石粉可以作为掺合料

CSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

常规掺合料供应出现问题

目前矿物掺和料用量每年保守地讲应该在6亿吨以上。粉煤灰作为矿物掺和料的最重要的品种已经得到学术界和工程界的认同，得到广泛使用。许多地区因为优质粉煤灰资源不足，二级以上粉煤灰远远不能满足供应要求。北京地区近几年来也开始出现这壹问题。

CSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

常规掺合料供应出现问题

三级粉煤灰和等外粉煤灰掺加量很低，否则影响混凝土质量。矿渣粉不仅成本高，而且混凝土水化温升高。尤其在水泥不断涨价的情况下，在粉煤灰资源出现短缺的情况下，必须寻找新型矿物掺合料对粉煤灰进行必要补充。

CSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

砂石加工业必须解决石粉问题



砂石加工业的副产品石灰石粉分散性好但活性低，不加以利用影响环境、机制砂生产和质量。

CSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

石灰石粉可以作为掺合料

美国ACI12.1R-81《Admixtures for Concrete and Guide for Use of Admixtures in Concrete》中指出，石灰石粉可以作为混凝土的矿物掺和料。

CSSA

石粉登上现代混凝土的舞台

北京建筑大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

背景

石灰石粉可以作为掺合料

我们必须明确的是石粉不是泥，石粉与机制砂为同一母岩！矿物成分相同。石粉的颗粒分布与泥粉也有很大的区别。石粉如果是洁净的，在混凝土中是可以使用的。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石粉登上现代混凝土的舞台

背景

石灰石粉可以作为掺和料

在日本, 从20世纪末石灰石粉已经开始广泛应用于高流动性混凝土和高性能喷射混凝土“石灰岩石粉取代水泥对环境有较低负荷。”

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石粉登上现代混凝土的舞台

Mario Collepardi在關於自密實混凝土的研究中使用石灰石粉

Mix	C [*] (kg/m ³)	FA [*] (kg/m ³)	GL [*] (kg/m ³)	Total Binder (kg/m ³)	Aggregate (Max Size 18 mm) (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	Admixture (% by total binder)			W C+FA+G L	
							VMA	Super-plasticizer	W/C		
A	152	—	381	533	1788	153	0.038	1.14	1.01	1.01	0.29
B	153	51	319	523	1792	154	0.039	1.30	1.01	0.76	0.30
C	151	101	254	506	1777	152	0.040	1.66	1.01	0.61	0.30
D	151	151	192	494	1778	152	0.041	2.04	1.01	0.51	0.31

* C = Portland Cement, FA = Fly Ash, GL = Ground Limestone, Total Binder = C+FA+GL

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石粉登上现代混凝土的舞台

背景

石灰石粉可以作为掺和料

法国的西瓦克斯核电站 II 号反应堆 C50 高性能混凝土的配合比中使用了 CPJ5 细掺料水泥, 含有 9% 的石灰石粉。而每 m³ 混凝土中水泥用量为 266kg, 石灰石粉掺量为 114kg, 硅灰掺量为 40kg, 水胶比为 0.38, 坍落度为 18-23cm, 28 天抗压强度为 67MPa, 绝热温升为 30°C, 其它指标均符合要求。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石灰石粉的主要学术观点

对石灰石粉的误解

洗走石粉的问题。目前, 一些混凝土用户不了解石粉与粘土的区别一味要求洗去石粉的做法是错误的。

亚甲蓝值——机制砂分级和控制石粉含量的重要指标。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石灰石粉的主要学术观点

提出石灰石粉对和易性的影响

超细石灰石粉具有优异的减水增塑效果, 可明显改善混凝土工作性能

对于中低强度等级混凝土, 优质石灰石粉达到同样坍落度时单位体积用水量明显减少。

对于高强混凝土而言, 具有重要意义的是超细石灰石粉的加入使高强混凝土的黏度有显著降低。

CSSA

北京交通大学
Beijing University of Civil Engineering and Architecture

石灰石粉的主要学术观点

提出石灰石粉对强度的影响

石灰石粉对混凝土强度的满足不是来自于活性, 而是来自于用水量的降低, 水胶比低了, 强度自然就有保障。

所以说对强度的保障是间接的。

CSSA

石灰石粉的主要学术观点

提出石灰石粉对强度的影响

当然石灰石粉品质一般时，需水行为与二级粉煤灰相当，减水效果不大，此时普通等级混凝土强度稍低，需要增加10-20kg矿渣粉。

对于高等级混凝土，加超细石灰石粉对混凝土3d、7d、28d、60d的各龄期强度没有影响，混凝土各龄期的强度相当。

石灰石粉的主要学术观点

确认了石灰石粉对混凝土体积稳定性的积极作用

掺入超细石灰石粉可以降低单位体积用水量和水化温升，减少混凝土的早期裂缝，提高混凝土抵抗开裂的性能。

石灰石粉的主要学术观点

评估了硫酸盐环境中碳硫硅钙石腐蚀的风险

在低水胶比（小于0.40）下，石灰石粉作为掺合料的混凝土发生碳硫硅钙石型腐蚀的风险不大。但应该明确的是石灰石粉作为掺合料混凝土抵抗硫酸盐侵蚀的能力不如粉煤灰。

简单依据实验室试验结果就在规范中进行限制要慎重！

石灰石粉的主要学术观点

石灰石粉用于混凝土的细度要求

通过大量试验，我们发现石灰石粉不一定磨得很细，中高等级混凝土用掺和料45微米筛余不大于15%；C30及以下混凝土不大于45%即可，这样可以节约废弃物利用的二次能耗。

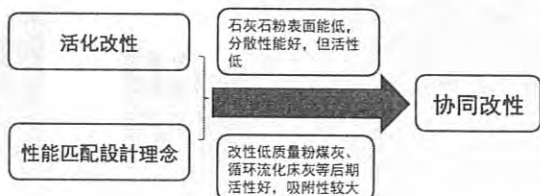
石灰石粉的主要学术观点

石灰石粉用于混凝土的成分要求

通过各地验证试验，我们认为作为掺合料的石灰石粉不必太纯，碳酸钙含量不必太高，这样有利于合理利用资源，不与水泥生产争原料。

石灰石粉的主要学术观点

石灰石粉宜与低质量粉煤灰复合作为掺合料



结语与启示

北京交通大学

Beijing University of Civil Engineering and Architecture



混凝土产业应该遵循优质优价的市场规则，鼓励骨料加工业采用高品质骨料技术标准进行生产。粗骨料利用单粒级在搅拌站分别存贮计量，控制不规则骨料含量；细骨料执行更严格的级配技术要求，并在级配合格基础上控制细度模数。机制砂提出片状颗粒概念、检测方法以及技术指标。

结语与启示

北京交通大学

Beijing University of Civil Engineering and Architecture



在此，我想提醒大家不要轻视高品质骨料生产的技术和工艺难度，不要忘记我国目前可以称得上高品质的骨料加工线不夸张的说屈指可数。同时鼓励混凝土行业领袖型企业和水泥混凝土大型集团把建设或合作建设高品质骨料加工基地作为重要战略目标，示范和引领砂石行业，促进混凝土行业水平整体提升。

结语与启示

北京交通大学

Beijing University of Civil Engineering and Architecture



关于石粉作为掺和料的研究和应用今后会有更大的进展。我们必须站在新技术平台上去理解这一新情况，适应这种新变化。不仅石灰石粉，今后更多的岩石石粉、金属尾矿微粉在混凝土中作为掺和料使用都将变得越来越正常，当然我们需要做更多的研究和验证。

结语与启示

北京交通大学

Beijing University of Civil Engineering and Architecture



我们必须以推进高性能混凝土应用为契机，在混凝土产业转型升级的大背景下，必须有所作为。推动中国由混凝土大国走向混凝土强国。这不仅需要新技术，更需要更新观念。有人说“得混凝土者的天下”需要认真思考，其实混凝土产业的内涵很大。面对蓬勃发展的混凝土产业，水泥行业何去何从，值得思考！

结语与启示

北京交通大学

Beijing University of Civil Engineering and Architecture



现代混凝土的魅力就在于他有太多的问题需要我们去思考、研究和实践。外国人说中国人是最能模仿别人的民族，说：“you always follow us”。水泥和混凝土行业应该鼓励更多学者、企业家、工程技术人员勇于质疑、勤于思考、大胆探索和实践。中国是现代混凝土最大的舞台，中国人理所当然是主角，是引领者。中国混凝土的路在我们脚下！

与混凝土界同仁们共勉

