

项目一 钢筋混凝土材料检测

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

子任务 1.3：检测水泥强度

2

任务二 砂石的选用与检测

子任务 2.1：选用砂石

子任务 2.2：检测砂子的性能

子任务 2.3：检测石子的性能

3

任务三 混凝土的选用与检测

子任务 3.1：混凝土配合比设计

子任务 3.2：检测混凝土的和易性

子任务 3.3：检测混凝土的强度

4

任务四 钢筋的选用与检测

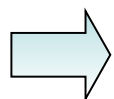
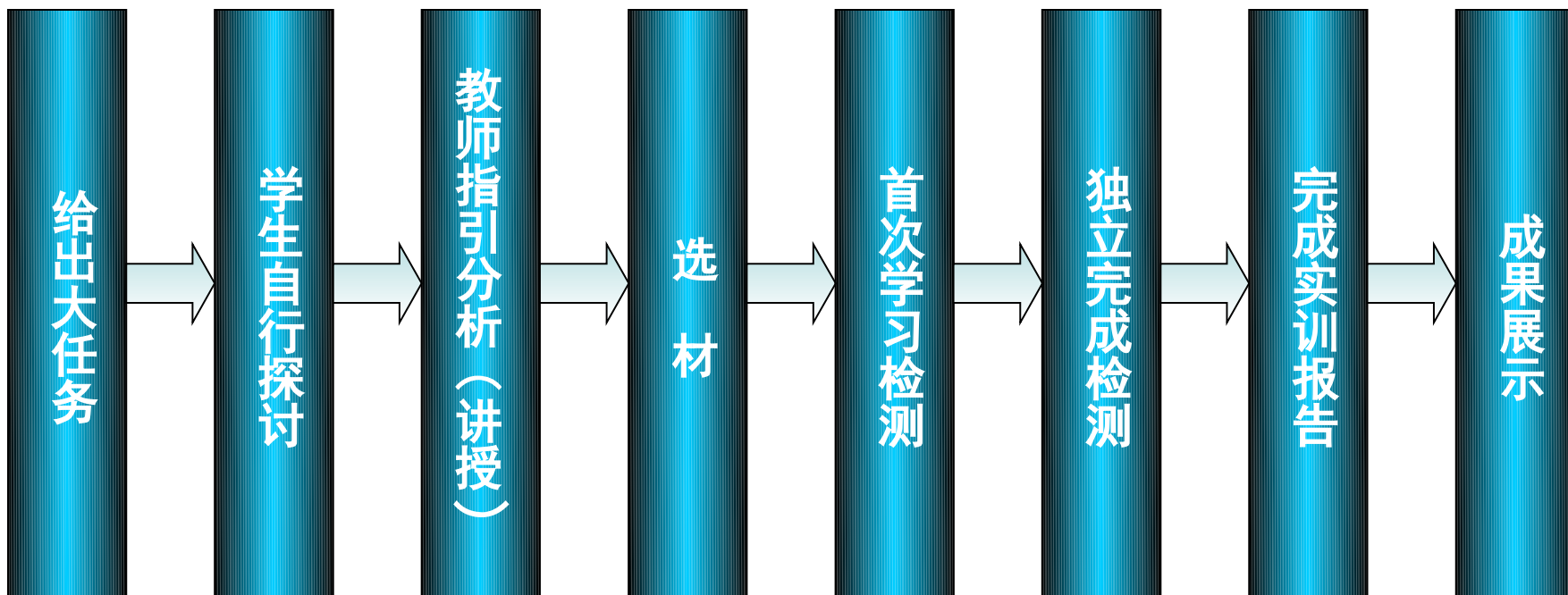
子任务 4.1：选用钢筋

子任务 4.2：检测钢筋的拉伸性能

子任务 4.3：检测钢筋的冷弯性能

教学设计思路

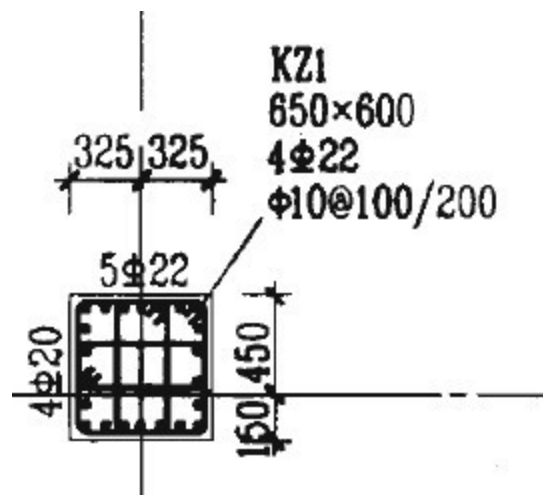
循序渐进法完成任务



最后学生点评，教师点评总结（过程化考核）

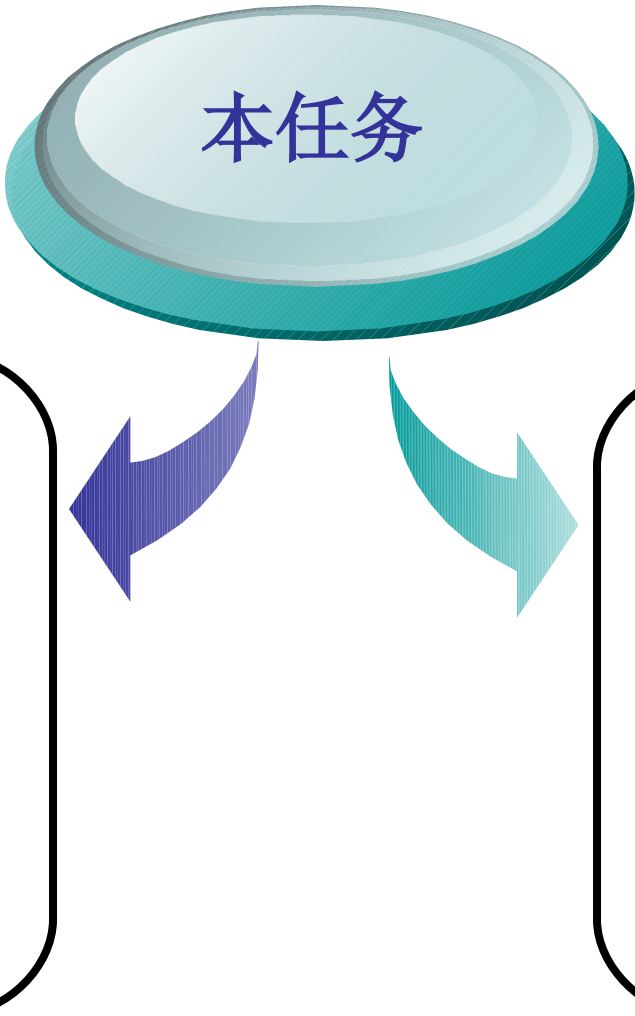
学习情境

- 总情境：
城建图书馆工程某柱施工图如下：



请根据设计要求合理选取所需建筑材料。

- 任务 1 选取合适的水泥，其性能指标需符合要求；
- 任务 2 选取合适的砂石，其性能指标需符合要求；
- 任务 3 选取合适的混凝土，其性能指标需符合施工要求；
- 任务 4 选取合适的钢筋，其性能指标需符合施工要求。



本任务

能力目标

- ① 能正确的认知通用水泥的分类
- ② 能够独立检测水泥的标准稠度用水量、凝结时间、强度等性能
- ③ 能够分析试验结果

知识目标

- ① 掌握通用水泥性能的检测步骤
- ② 掌握水泥熟料的四种矿物
- ③ 掌握通用水泥性能
- ④ 了解其他品种的水泥。

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

任务分析：

水泥的概念与分类

水泥，指加水拌和成塑性浆体后，能胶结砂、石等适当材料并能在空气和水中硬化的粉状水硬性胶凝材料。

- 按用途和性能，分为：

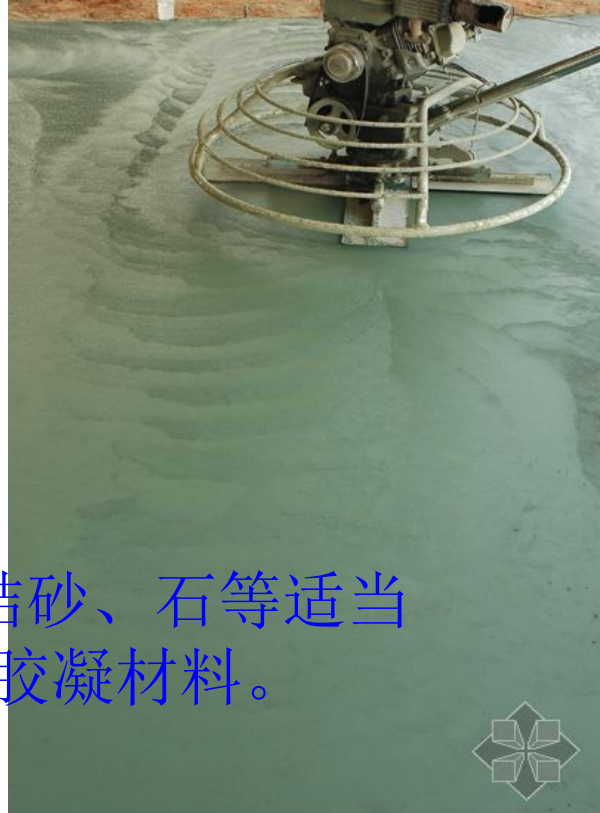
通用水泥（五大水泥 P·I P·II P·O P·S P·P P·F）

专用水泥（道路、砌筑、大坝水泥）

特性水泥（白水泥、双快水泥等等）

- 按照主要的水硬性物质：硅酸盐系水泥、铝酸盐系水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐系水泥等系列。

< 在我国水泥产量的 90 % 左右属硅酸盐系水泥 >



子任务 1.1：选用水泥

硅酸盐水泥

- 凡由硅酸盐水泥熟料、0 ~ 5 % 石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，称为硅酸盐水泥。
- 硅酸盐水泥在国际上分为两种类型：不掺混合材的称 I 型硅酸盐水泥，其代号为 P·I；在硅酸盐水泥熟料粉磨时掺入不超过水泥质量 5% 的石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称 II 型硅酸盐水泥，其代号为 P·II。
- 42.5 42.5R 52.5 52.5R 62.5 62.5R

普通型 早强型

子任务 1.1：选用水泥

硅酸盐水泥的组成分析：

1. 硅酸盐水泥熟料的矿物组成

- (1) 硅酸三钙 简写为 C_3S 强度高，高水化热
- (2) 硅酸二钙 简写为 C_2S 先低后高，低水化热
- (3) 铝酸三钙 简写为 C_3A
反应速度快，高水化热
- (4) 铁铝酸四钙 简写为 C_4AF
抗折强度贡献较大，耐腐蚀

2. 水泥中的石膏

起缓凝作用，有利于提高水泥早期强度、降低水泥的干缩变形。

1 任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

硅酸盐水泥的水化

硅酸盐水泥遇水后，水泥中的各种矿物成分会很快发生水化反应，生成各种水化物。



硅酸三钙

水

水化硅酸钙



硅酸二钙



硅酸三钙

水

水化硅酸钙

氢氧化铝



铝酸三钙

水

水化铝酸三钙

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的品种

—— GB175 — 2007

- **硅酸盐水泥**（ $P \cdot I$ ， $P \cdot II$ ）：
硅酸盐水泥熟料、0～5 %的石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨制成。
- **普通硅酸盐水泥**（ $P \cdot O$ ）：
硅酸盐水泥熟料、6～20 %的混合材料、适量石膏磨制成。
- **掺混合材料硅酸盐水泥**
 - 1、**矿渣硅酸盐水泥**（ $P \cdot S$ ）：
硅酸盐水泥熟料、20～70 %的粒化高炉矿渣、适量石膏磨制成。
 - 2、**火山灰硅酸盐水泥**（ $P \cdot P$ ）：
硅酸盐水泥熟料、20～40 %的火山灰质混合材料、适量石膏磨制成。
 - 3、**粉煤灰硅酸盐水泥**（ $P \cdot F$ ）：
硅酸盐水泥熟料、20～40 %的粉煤灰、适量石膏磨制成。
- **复合硅酸盐水泥**（ $P \cdot C$ ）
两种或两种以上的混合料，大于15 %，但不超过50 %

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥中加入的混合材料

- 1、活性混合材料

粒化高炉矿渣

火山灰质混合材料

粉煤灰

- 2、非活性混合材料

磨细的石灰石、石英岩、粘土、慢冷矿渣及高硅质炉灰

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

（1）细度

- 水泥颗粒的粗细程度对水泥的使用有重要影响。水泥颗粒粒径一般在 $7 \sim 200 \mu\text{m}$ 范围内。
- 国家标准 GB175-1999 规定，水泥的细度可用比表面积或 0.08 mm 方孔筛的筛余量（未通过部分占试样总量的百分率）来表示。其筛余量不得超过规定的限值。比表面积是指单位质量的水泥粉末所具有的表面积的总和（ cm^2/g 或 m^2/kg ）。一般常为 $317 \sim 350 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

(2) MgO 、 SO_3 、碱及不溶物含量

MgO 含量不得超过 5 %

SO_3 的含量不得超过 3.5 %

碱含量不得大于 0.60 %

不溶物含量，在 I 型水泥中不得超过 **0.75 %**，在 II 型水泥中不得超过 **1.5 %**

烧失量是指水泥在一定灼烧温度和时间內，烧失的量占原质量的百分数。

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

(3) 标准稠度用水量

- 稠度是水泥浆达到一定流动度时的需水量。国家标准规定检验水泥的凝结时间和体积安定性时需“标准稠度”的水泥净浆。“标准稠度”是人为规定的稠度，其用水量采用水泥标准稠度测定仪测定。硅酸盐水泥的标准稠度用水量一般在 $21\% \sim 28\%$ 之间。

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

(4) 凝结时间

- 水泥从加水开始到失去其流动性，即从液体状态发展到较致密的固体状态的过程称为水泥的凝结过程。这个过程所需要的时间称为凝结时间。
- 凝结时间分初凝时间和终凝时间。**初凝时间**为水泥加水拌和至标准稠度的净浆**开始失去可塑性**所需的时间。**终凝时间**为水泥加水拌和至标准稠度的净浆**完全失去可塑性**并开始产生强度所需的时间。
- 国家标准规定，水泥的凝结时间是以标准稠度的水泥净浆，在规定温度及湿度环境下用水泥净浆凝结时间测定仪测定。硅酸盐水泥的初凝时间不得早于 45min，终凝时间不得迟于 390min。其他水泥初凝时间不得早于 45min，终凝时间不得迟于 600min。

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

(5) 体积安定性

- 水泥浆体硬化后体积变化的均匀性称为水泥的体积安定性。即水泥硬化浆体能保持一定形状，不开裂，不变形，不溃散的性质。体积安定性不良的水泥应作废品处理，不得应用于工程中，否则将导致严重后果。
- 国家标准规定：水泥的体积安定性用雷氏法或试饼沸煮法检验。

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥的主要技术性能

（6）强度等级

强度是评价硅酸盐水泥质量的又一个重要指标。

水泥的强度是按照 **GB/T17961-1999** 《水泥胶砂强度检验方法（**ISO**）法》的标准方法制作的水泥胶砂试件，在 **$20\pm 1^{\circ}\text{C}$** 温度的水中，养护到规定龄期时检测的强度值。其中标准试件尺寸为 **$4\text{cm}\times 4\text{cm}\times 16\text{cm}$** ，胶砂中水泥与标准砂之比为 **1 : 3**（ **$W/C=0.5$** ），标准试验龄期分别为 **3 d** 和 **28d**，分别检验其抗压强度和抗折强度。

按照测定结果，将硅酸盐水泥分为六个强度等级，普通水泥分为四个强度等级，其他四种分为六个强度等级。

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

专用水泥

• 砌筑水泥

M 12.5 22.5

• 道路水泥

硅酸钙和铁铝酸盐成分较多的硅酸盐水泥熟料，0~10%的活性混合材料，石膏磨细制成的水泥。

• 大坝水泥

中热水泥 42.5 52.5 ;
低热矿渣水泥 32.5 42.5

特性水泥

◆ 快硬硅酸盐水泥

3d 抗压强度 325 375 425

◆ 快凝快硬硅酸盐水泥

4 小时强度 双快 -150 双快 -200

◆ 抗硫酸盐硅酸盐水泥

耐硫酸盐腐蚀，强度：325 425 525

◆ 白色硅酸盐水泥

氧化铁含量少，装饰用途

◆ 铝酸盐水泥

CA-50 CA-60 CA-70 CA-80

◆ 膨胀水泥和自应力水泥

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

任务实施：

学生活动：

1. 总结六大通用水泥的性能；
2. 将班级分成 12 小组（随机抽签）；
3. 每小组根据老师提出的工程选取合适的水泥品种；讨论、查阅资料等；
4. 展示：讲解为什么这么选？

教师活动：

提供咨询、提出注意问题、控制时间。

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

通用水泥性能

	P·I P·II	P·O	P·S	P·P	P·F	P·C
强度等级	42.5 42.5R 52.5 52.5R 62.5 62.5R	32.5 32.5R 42.5 42.5R 52.5 52.5R				
凝结硬化	快	较快	慢	慢	慢	慢
早期强度	高	较高	低	低	低	低
水化热	大	较大	较小	较小	较小	较小
抗冻性	好	较好	差	差	差	差
耐腐蚀	差	较差	较好	较好	较好	较好
耐热性	差	较差	好	好	好	好
其他			泌水性差 干缩性大	抗渗好 其他同 ps	干缩性较小, 其他同 ps	

子任务 1.1：选用水泥

选用水泥

工程	优先选用		不宜选用
砌筑抹面砂浆	砌筑水泥	普通水泥	
机场道面、城市广场	道路水泥		
大体积建筑物	大坝水泥	矿渣、粉煤灰，火山灰水泥	硅酸盐水泥
有抗渗要求的混凝土	火山灰水泥	普通水泥	矿渣水泥
紧急抢修工程	快硬水泥	快凝快硬水泥	
受侵蚀的海港	抗硫酸盐水泥		P·I P·II P·O
装饰工程	白水泥	彩色水泥	

1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.1：选用水泥

选用水泥

工程	优先选用		不宜选用
钢筋混凝土压力管	自应力水泥	膨胀水泥	
城市广场	道路水泥		
有耐磨要求的混凝土	普通水泥	硅酸盐水泥	火、粉水泥
有抗渗要求的混凝土	火山灰水泥	普通水泥	矿渣水泥
冬季施工工程	快硬水泥	快凝快硬、铝酸盐水泥	
受侵蚀的地下隧涵	抗硫酸盐水泥		P·I P·II P·O
耐热混凝土	铝酸盐水泥	矿渣、粉煤灰，火山灰水泥	硅酸盐水泥

子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

请您根据国家标准的试验规定检测某水泥的
标准稠度用水量指标。

有关检测的说明：

- 对于这个练习实训教师将提供实训指导书、工作计划表、试验报告等文件的完整性；
- 请您仔细阅读实训指导书，接着确定需要哪些材料、检测仪器和辅助工具，然后制定工作进程计划；
- 在出现困难时请先独立寻找解决方案；
- 完成检测任务，并填写试验报告。

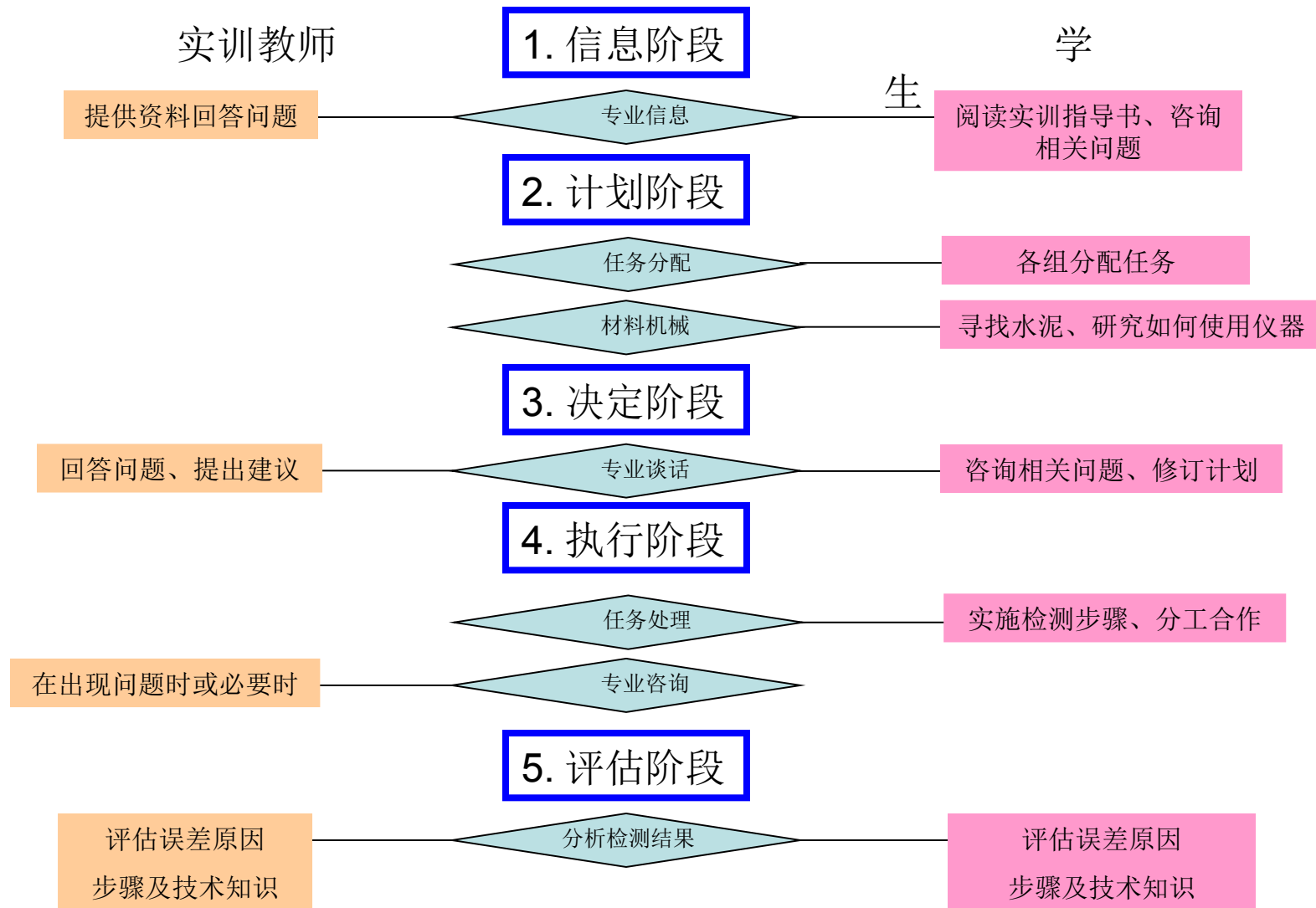
子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

引导性提问

- 为什么要检测水泥的标准稠度用水量？
- 该检测所需要的仪器有哪些？你们找到它们的位置了吗？会使用吗？
- 试验室提供的水泥是哪种水泥？
- 检测的步骤是怎样的？
- 如果第一次的结果没有达到要求应该怎么办？
- 根据您的意见在安全方面会出现哪些危险？应注意哪些方面？

子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

引导练习教学法的流程图

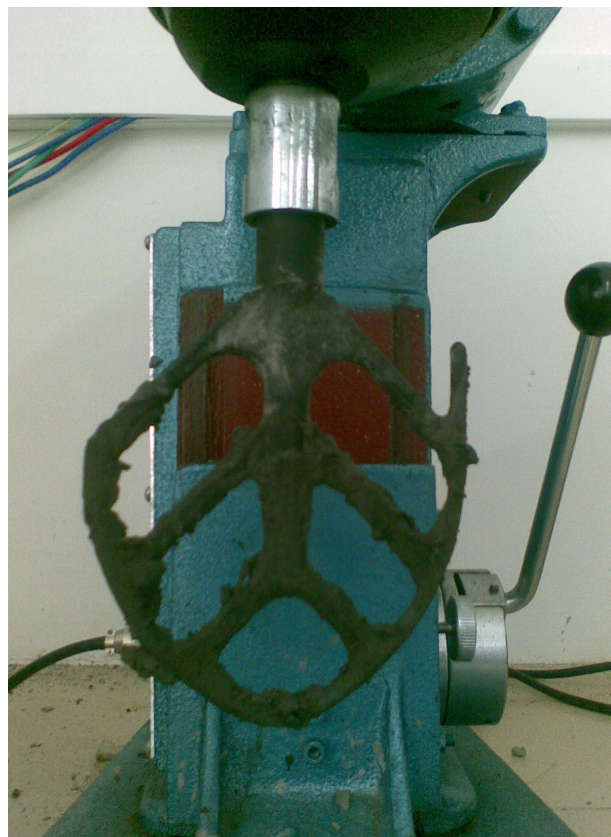


1

任务一 水泥的选用与检测

子任务 1.2：检测水泥标准稠度用水量

注意：请做完检测后保持实训室干净、整洁，为下一次实训做好准备。



子任务 1.3：检测水泥强度等级

学生任务：

- 阅读指导资料
- 完成胶砂试件成型
- 观学检测水泥抗折强度
- 独立完成水泥抗折强度检测
- 观学检测水泥抗压强度
- 独立完成水泥抗压强度检测
- 分析试验结果

教师活动：

- 指导学生制作试件
- 演示抗折强度检测
- 演示抗压强度检测
- 从旁指导
- 提供专业咨询

水泥胶砂强度 ISO 检测法

— — GB/T17671-1999

1. 检测目的

掌握水泥胶砂强度的测定方法，用以评定水泥的强度等级。

2. 检测基本原理

水泥胶砂强度反映了水泥硬化到一定龄期后胶结能力的大小，是确定水泥强度等级的依据。它是水泥主要质量指标之一。

3. 主要仪器设备、工具等

水泥胶砂搅拌机、水泥胶砂振动台、试模、抗压试验机、抗折试验机、抗压夹具、电子称、烧杯、大小播料器等

水泥胶砂强度 ISO 检测法

— — GB/T 17671-1999

4. 检测步骤

- (1) 试件成型 称量水泥 450g ， 标准砂 1350g ， 拌和用水 225g 。 在行星式水泥胶砂搅拌机中搅拌，拌和程序为低速 30s — 加砂 30s — 高速 30s — 停 90s — 高速 60s ， 共计 240s ， 搅拌完毕后将叶片上的胶砂刮下，取下搅拌锅装试模。用水泥胶砂振动台振实成型（分两层装，每层振 60 下），做好标记放入标准养护箱中养护。
- (2) 试件成型后 24h 脱模，脱模的试件立即放入标准养护箱中养护，到龄期的试体，试验前 15min 从养护箱中取出，擦去表面的沉积物，并用湿布覆盖。

水泥胶砂强度 ISO 检测法

— — GB/T 17671-1999

4. 检测步骤

- (3) 将试体放入抗折夹具内，以 $50\pm 10\text{N/s}$ 的加荷速度均匀加载，直至折断，在抗折试验机上读出抗折强度值。
- (4) 抗折强度后的断块应立即进行抗压强度试验。将试体放入抗压夹具内，在抗压试验机上以 $2400\pm 200\text{N/s}$ 的加荷速度均匀加载，直至破坏。

5. 试验结果

- ① 抗折强度以一组 3 个试体抗折结果作为试验结果。当 3 个强度值中有一个超出平均值 $\pm 10\%$ 时，应剔除后再取平均值，作为抗折强度试验结果。

水泥胶砂强度 ISO 检测法

— — GB/T 17671-1999

5. 试验结果

② 抗压强度测定

$$f_c = F/A$$

式中： F — 破坏荷载， N ； A — 受压面积

。

以 6 个试体抗压强度的平均值作为试验结果。当 6 个测定值中有一个超出平均值 $\pm 10\%$ 时，应剔除后取 40mm×40mm 剩下 5 个的平均值作为试验结果。如果测定值中再有超过它们平均值 $\pm 10\%$ 的，则此组试验结果作废。

谢谢！