



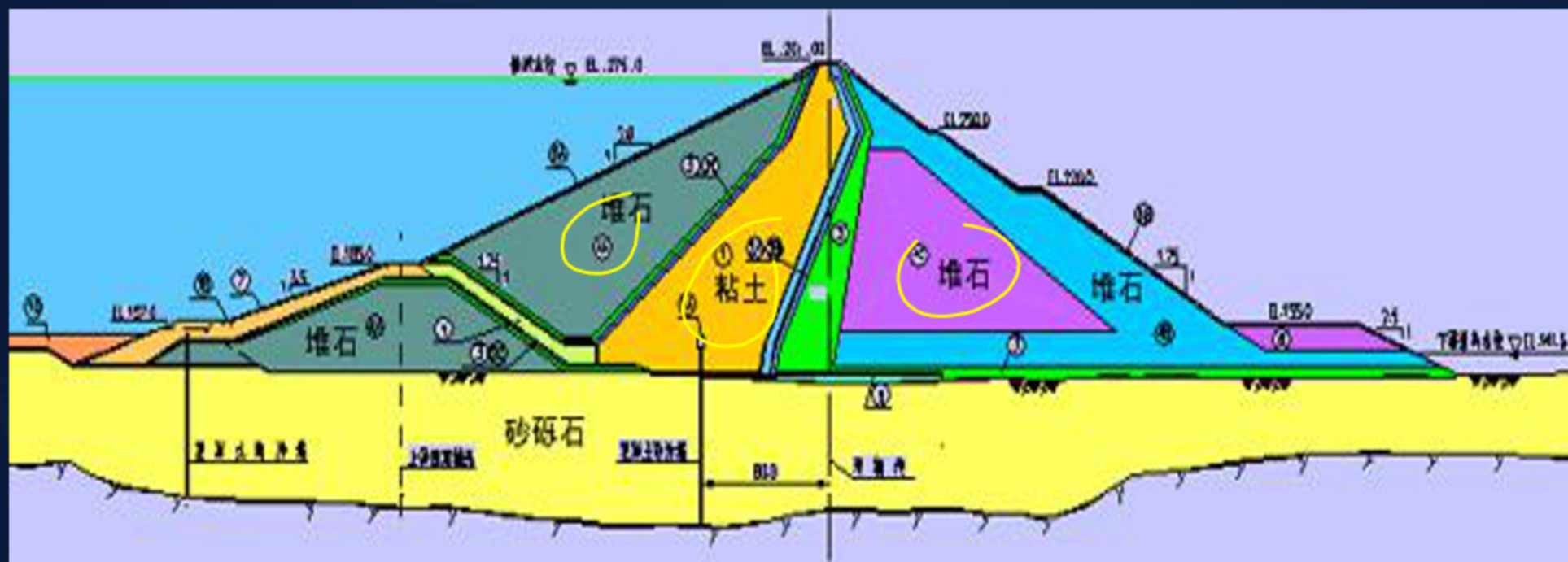
水利造价信息网

2021二级建造师 精讲课程

《水利水电工程管理与实务》

主讲老师：王飞寒

2F313030 土石方填筑工程



2F313031 土方填筑技术

一、土方填筑压实机械

分为静压碾压(如羊脚碾、气胎碾等)、振动碾压、夯击(如夯板)三种基本类型。



二、土料压实标准

(1) 黏性土：用干密度 ρ_d 控制，对于非黏性土以相对密度 D_r 控制。控制标准随建筑物的等级不同而不同。

压实度 = 设计最大干密度 / 击实最大干密度

(2) 在现场用相对密度来控制施工质量不太方便，通常将相对密度 D_r 转换成对应的干密度 ρ_d 来控制。(2011 考点)

三、压实参数的确定 (2014案例考点)

(1) 参数主要包括碾压机具的重量、含水量、碾压遍数及铺土厚度等，对于振动碾还应包括振动频率及行走速率等。 (2016考点)

(5) 以单位压实遍数的压实厚度最大者为最经济合理。黏性土：作铺土厚度、压实遍数、最大干密度、最优含水量的关系曲线。非黏性土：作铺土厚度、压实遍数、干密度的关系曲线。 (2017考点)

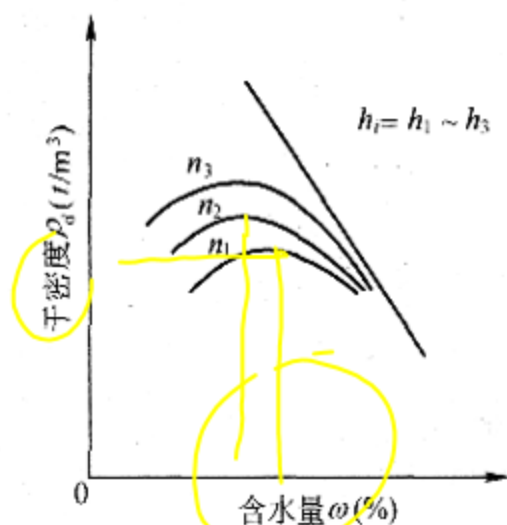


图 2F313032-1 不同铺土厚度、不同压实遍数、土料含水量和干密度的关系曲线

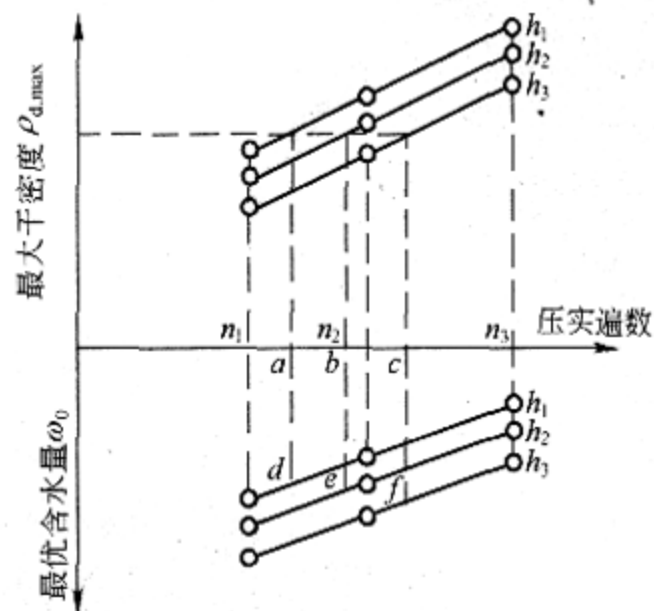


图 2F313032-2 铺土厚度、压实遍数、最优含水量、最大干密度的关系曲线

注：求解单位压实遍数的最大压实厚度 (cm/遍)

四、土石坝、堤防填筑施工

碾压式土石坝最为普遍。这里只介绍碾压土石坝的施工。

(一) 作业内容

(1) 准备作业：“一平四通”即平整场地、通车、通水、通电、通信。修建生产、生活福利、行政办公用房等工作。

(2) 基本作业：料场土石料开采，挖、装、运、卸以及坝面铺平、压实、质检等项作业。

(3) 辅助作业：清除施工场地及料场的覆盖层，从上坝土石料中剔除超径石块、杂物，坝面排水，层间刨毛和加水等。

(4) 附加作业：坝坡修整、铺砌护面块石及铺植草皮等。

(二) 坝面作业

一般采用流水作业组织坝面施工。



1. 坝面作业的基本要求

分为铺料、整平和压实三个主要工序。 (2019考

点, 2020案例) 坝面作业的基本要求是:

(1) 工作面的划分, 应尽可能平行坝轴线方向, 以减少垂直坝轴线方向的交接。

(2) 坝面作业时, 应按一定次序进行, 以免发生漏压或过分重压。只有在压实合格后, 才能铺填新料。

2. 坝面划分

工作面的大小取决于各施工时段的上坝强度。



3. 铺料与整平

(1) 铺料宜平行坝轴线进行，厚度要匀，超径料块应打碎，杂物应剔除。

防渗体内铺料，宜用进占法倒退铺土，使汽车始终在松土上行驶。

在坝面设专用“路口”，既可防止不同土料混杂，又能防止超压产生剪切破坏。

(2) 心墙坝或斜墙坝铺筑时应向上游倾斜1% ~ 2%的坡度；均质坝中部凸起，向上下游倾斜1% ~ 2%的坡度。

(3) 黏性土料含水量偏低，主要应在料场加水。对非黏性土料，加水工作主要在坝面进行。石碴料和砂砾料压实前应充分加水，确保压实质量。

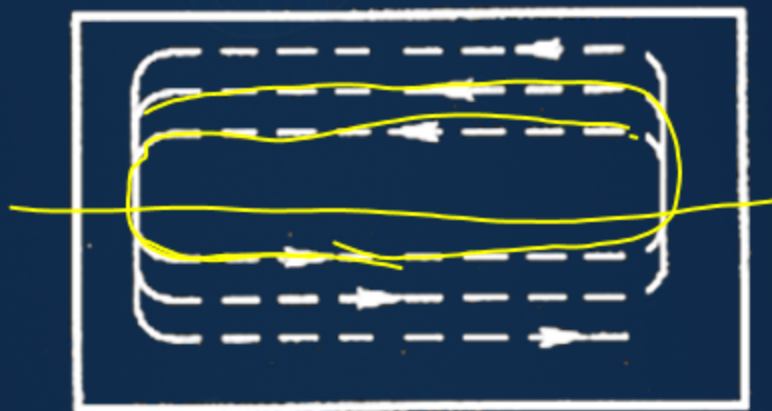
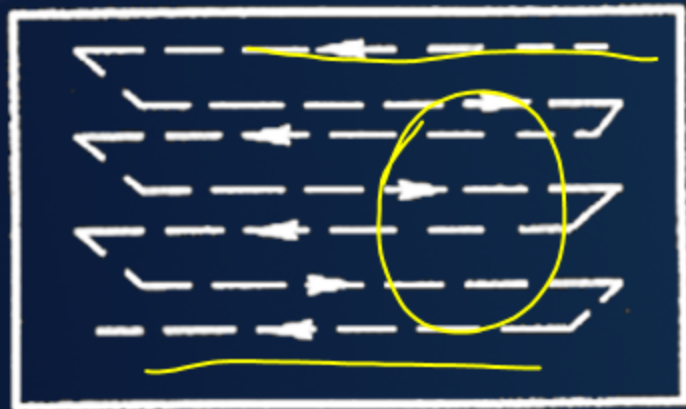
4. 碾压

进退错距法：错距宽度 b (单位：m)按下式计算。

$$b = B / n$$

式中 B ——碾滚净宽(m)； n ——设计碾压遍数。

圈转套压法：生产效率较高，重压过多，易产生超压。
转弯的四角容易漏压，质量难以保证。适合于工作面较大，
多碾滚组合碾压。



5. 结合部处理



(1)在坝体填筑中，层与层之间分段接头应错开一定距离，同时分段条带应与坝轴线平行布置，各分段之间不应形成过大的高差。接坡坡比一般缓于1:3。

(2)坝体填筑中，一般都采用土、砂平起的施工方法。**(交替进行)**

一是先土后砂法，即先填土料后填砂砾反滤料；
另一种是先砂后土法，即先填砂砾料后填土料。



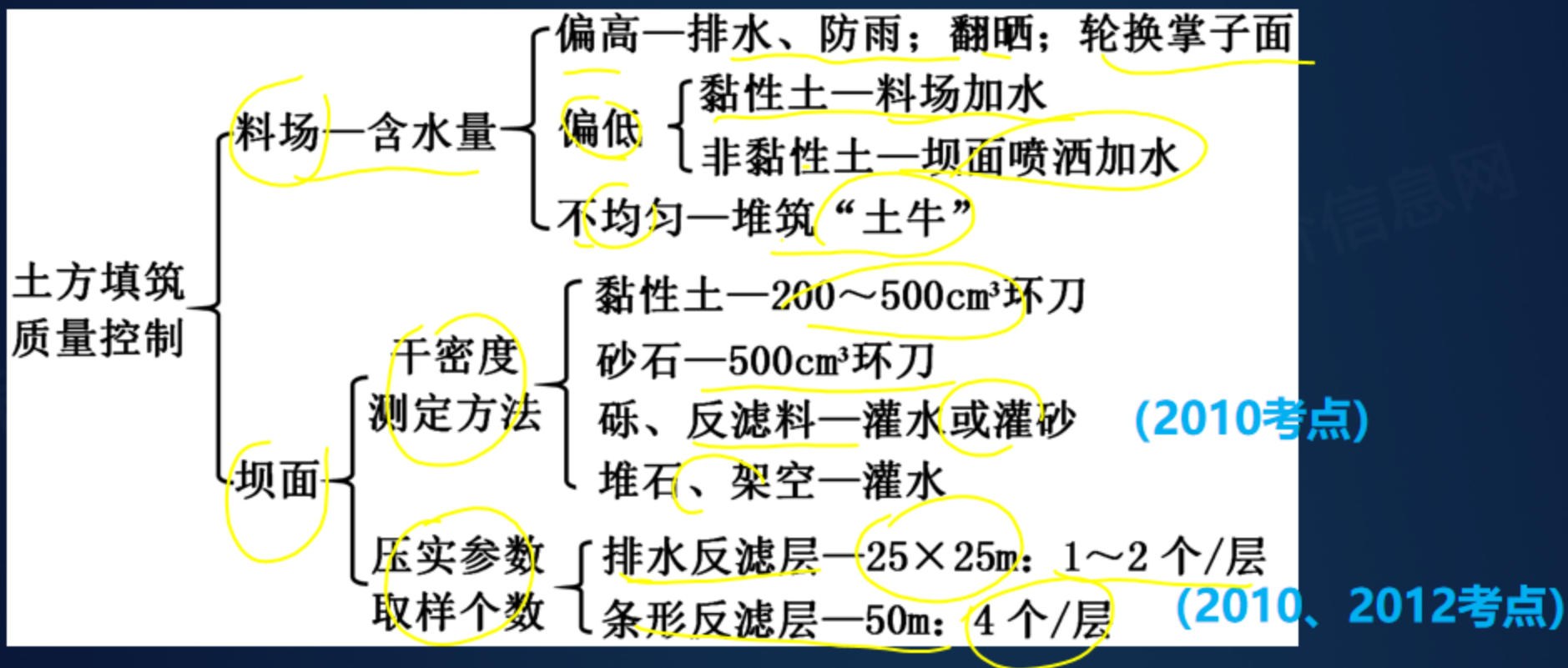
(3)坝身与混凝土结构物(如涵管、刺墙等)的连接,填土前,先将结合面的污物冲洗干净,在结合面上洒水湿润,涂刷一层厚约5mm的浓黏性浆、水泥黏性浆或水泥砂浆,要边涂刷、边铺土、边碾压,涂刷高度与铺土厚度一致。靠近混凝土结构物两侧及顶部0.5m范围内填土,不能采用大型机械压实时,可采用小型机械夯或人工夯实。

(5) 坝基结合面。基础部位的填土，宜采用薄层、轻碾的方法。对于黏性土、砾质土坝基，应将其表层含水量调节至施工含水量的上限范围，用与防渗体土料相同的碾压参数压实，然后刨毛3~5cm，再铺土压实。非黏性土地基应先压实，再铺第一层土料，其含水量为施工含水量的上限，采用轻型机械压实，压实干密度可略低于设计值。对于岩基，应先把局部凹凸不平的岩石进行整平，封闭岩石表面节理、裂隙，防止渗水冲蚀防渗体。若岩基干燥可适当洒水，并使用含水量略高的土料。无论何种坝基，只有填筑厚度达到2m以上时，才可以使用重型压实机械。



五、土方填筑质量控制

主要包括料场的质量检查和控制、坝面的质量检查和控制。



习题：1. 在确定土料压实参数的碾压试验中，一般以单位压实遍数的压实厚度（ ）者为最经济合理。

- A. 最大 ✓
- B. 最小
- C. 等于零
- D. 无穷小

答案：A

习题：2. 下列适用于土石坝施工中黏性土的压实机械有（ ）。

- A. 羊脚碾 ✓
- B. 气胎碾 ✓
- C. 振动碾
- D. 夯板 ✓
- E. 压路机

答案：ABD

案例1：某水库枢纽工程由大坝、溢洪道、引水洞和水电站组成。水库大坝为粘土心墙土石坝，最大坝高70m。施工单位报送的施工方案部分内容如下：选用振动碾对坝体填筑土料进行压实；施工前通过碾压试验确定土料填筑压实参数；坝体填筑时先进行粘土心墙填筑，待心墙完成后，再进行上下游反滤料及坝壳料填筑，并分别进行碾压。

问题：1. 简要说明施工单位通过碾压试验，确定的粘土心墙土料填筑压实参数主要包括哪些？

2. 指出坝体填筑的不妥之处，并说明正确做法。

答案:

1. 含水量、压实遍数、铺土厚度、压实机械重量、振动频率、行走速度等;
2. 待心墙完成后, 再进行上下游反滤料及坝壳料填筑不妥, 应同时填筑, 可先土后砂或者先砂后土法施工。

2F313032 石方填筑技术

一、堆石坝坝体材料分区

主要有垫层区、过渡区、主堆石区、下游堆石区（次堆石料区）等。

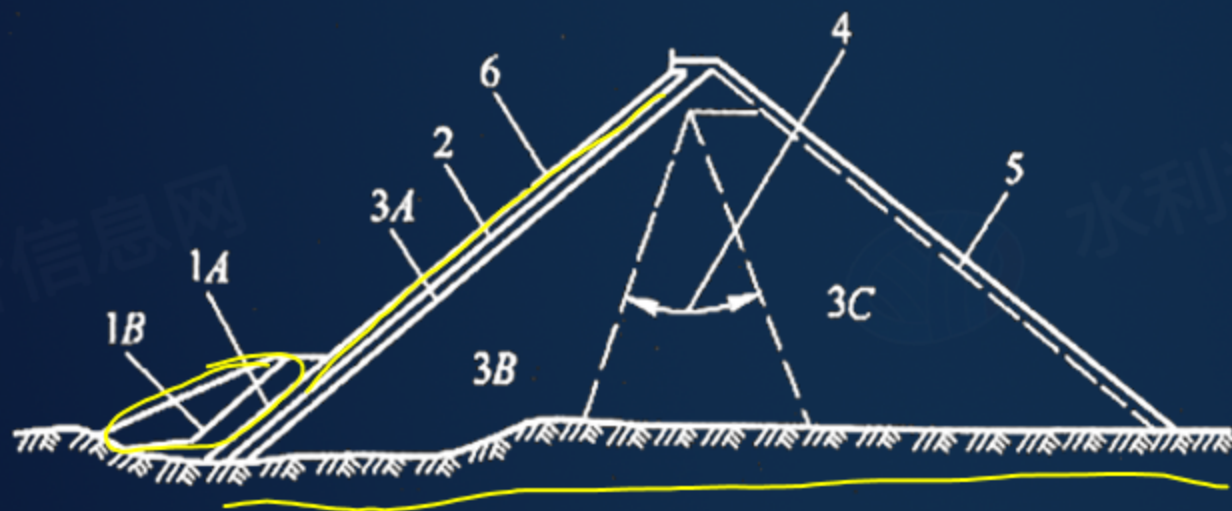


图 2F313033 堆石坝坝体分区 **2019案例**

1A—上游铺盖区；1B—压重区；2—垫层区；3A—过渡区；3B—主堆石区；3C—下游堆石区；

4—主堆石区和下游堆石区的可变界线；5—下游护坡；6—混凝土面板

二、填筑工艺

1. 采用自卸汽车后退法或进占法卸料，推土机摊平。

填筑方法	优点	缺点	适用
后退法	汽车可在压平的坝面上行驶， <u>减轻轮胎磨损</u>	推土机摊平 <u>工作量大</u> ，且影响施工进度（2016考点）	<u>垫层料</u> <u>过渡料</u>
进占法	<u>减轻了推土机的摊平工作量</u> ，填筑速度加快	<u>料物稍有分离</u>	<u>坝料</u>



图-1 进占法



图-2 后退法



图-3 混合法

2. 垫层料、过渡料和一定宽度的主堆石的填筑应平起施工，均衡上升。主、次堆石可分区、分期填筑。

(1) 垫层料的摊铺：多用后退法，以减轻物料的分层。

(2016考点)

(2) 垫层料铺筑：上游边线水平超宽一般为20~30cm。
采用自行式振动碾压实。

水平碾压：振动碾与上游边缘的距离不宜大于40cm。

削坡和碾压：升高10~15m，进行削坡和碾压。如采用反铲削坡，3.0~4.0m进行一次。采用斜坡振动碾压实。

3. 坝料填筑宜采用进占法卸料。





三、堆石体的压实参数和质量控制

1.堆石体的压实参数

最大粒径不应超过层厚的 $2/3$ 。

垫层料：最大粒径为 $80 \sim 100\text{mm}$

过渡料：最大粒径不超过 300mm

下游堆石区：最大粒径 $1000 \sim 1500\text{mm}$ 。

堆石体的压实参数：碾重、铺层厚和碾压遍

数等应通过碾压试验确定。2019案例

2.堆石体施工质量控制

(1) 堆石压实的质量指标：用压实重度换算的孔隙率 n 来表示，现场堆石密实度的检测主要采取试坑法。

(2014考点)

(2) 垫层料（包括周边反滤料）：需作颗分、密度、渗透性及内部渗透稳定性检查。检查部位为界面处。

(2013考点) 过渡料作颗分、密度、渗透性及过渡性检查，过渡性检查的取样部位为界面处。主、副堆石作颗分、密度、渗透性检查等。

四、土石坝施工质量控制

NB

根据《碾压式土石坝施工规范》DL/T 5129—2013，土石坝施工质量控制包括坝料质量控制和坝体质量控制等。

1. 坝料质量控制

SD SL

坝料现场鉴别控制项目		表2F313032-1
坝料类别		鉴别项目
防渗土料	黏性土	<u>含水率，黏粒含量</u>
	碎（砾）石土	允许最大粒径，砾石含量，含水率
反滤料、垫层料、排水料		<u>级配，含泥量，风化软弱颗粒含量</u>
过渡料		级配，允许最大粒径，含泥量
坝壳砾质土		小于5mm含量，含水率
坝壳砂砾土		级配，砾石含量，含泥量
堆石料	硬岩	允许最大块径，小于5mm颗粒含量，含泥量，软岩含量
	软岩	单轴抗压强度，小于5mm颗粒含量，含泥量

2.坝体填筑质量控制

当日平均气温低于 0°C 时，黏性土料应按低温季节进行施工管理。当日平均气温低 -10°C 时，不宜填筑土料。负温施工注意以下：

(1) 黏性土含水量略低于塑限，防渗体土料含水量不大于塑限的90%。压实土料温度应在 0°C 以上。宜采用重型碾压机。坝体分段结合处不得存在冻土层、冰块。

(2) 砂砾料的含水量应小于4%，不得加水。填筑时应基本保持正温，冻料含量控制在10%以下，冻块粒径不超过10cm，且均匀分布。

(3) 当日最低气温低于 -10°C 时，可以采用搭建暖棚进行施工。

习题：1. 一般堆石体压实的质量指标

用（ ）表示。

- A. 孔隙率
- B. 压实度
- C. 相对密度
- D. 表观密度

答案：A

习题：2. 堆石体施工质量控制中，垫层料、过渡料和主副堆石均需作（ ）检查。

- A. 颗分
- B. 密度
- C. 渗透性
- D. 过渡性
- E. 内部渗透稳定性

答案：ABC



水利造价信息网

谢谢收看!