

冬雨期施工技术

- 1 冬期与雨季施工特点
- 2 冬期施工技术
- 3 雨期施工技术措施

路基保温



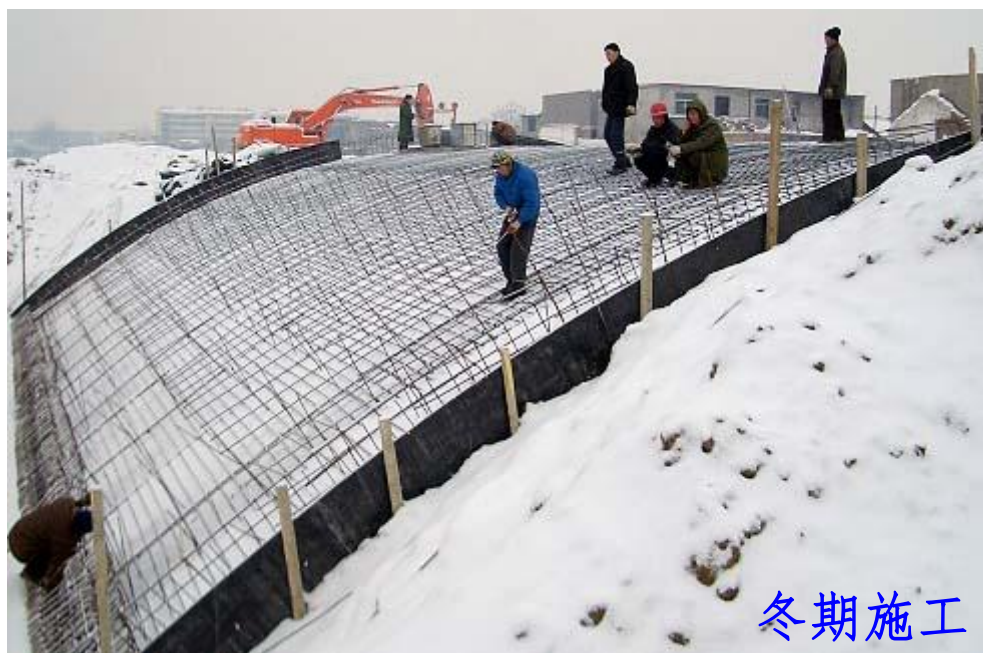
冬期施工



冒雨施工

【**要求**】 了解冬期与雨季施工特点及要求，了解地基土的冻胀分类及影响因素，了解冻害对砼的影响；掌握土方工程、钢筋工程和砼工程等主要工种工程的冬期施工技术；熟悉蓄热法热工计算公式，了解砼加热养护的方法；了解分部分项工程的雨季施工技术措施。

【**重点**】 重点阐述土方工程和砼工程的冬期施工特点及施工技术。



冬期施工

1 冬期与雨季的施工特点

我国地域辽阔，气候变化大，**冬期的低温**和**雨季的降水**，常使土木工程施工无法正常进行，从而影响工程的进展。若能**掌握冬期与雨季施工特点**，进行充分的施工准备，选择合理的施工技术进行冬期与雨季施工，对缩短工期、确保工程质量、降低工程费用具有重要意义。

红沿河核电厂2号机组
核岛筏基砼冬期施工 ➡



1.1 冬期施工的特点及要求

1.1.1 冬期施工的定义

当室外平均气温连续5天低于 5°C ，或最低气温降至 0°C 及 0°C 以下，须采取**特殊措施**进行施工方能满足**质量要求**时，即认为进入了**冬期施工阶段**。

1.1.2 冬期施工的特点

(1) 冬期施工条件差、环境不利，是**工程质量事故的多发季节**，尤以**砼**和**基础工程**居多；

(2) 冬期质量事故具有**隐蔽性**和**滞后性**，冬季施工、春季才能暴露，处理难度大，影响工程使用寿命；

(3) 冬期施工的**计划性**和**时间性强**，准备工作时间短、技术要求复杂，**仓促施工极易发生工程质量事故**。

1.1.3 冬期施工的要求

- (1) **加强计划安排：**冬期施工计划安排极其重要，当预计要进行冬期施工时，应**提前进行冬期施工计划的安排；**
- (2) **抓紧施工准备工作：**包括**材料、专用设备、能源、暂设工程**等，应提前抓紧进行，仓促施工，既误工期，又影响质量；
- (3) **编制专题施工方案：**根据国家规范、规程，编制指导冬期施工的**专题施工方案；**
- (4) **制订技术措施：**在冬期施工的专题施工方案中，根据工程特点，明确**冬期施工的技术关键**，制订**冬期施工的技术措施；**
- (5) **重视技术培训和交底：**对主要技术骨干、工长和班组长进行**冬期施工的应知应会培训**和**考核**，合格后方能上岗。

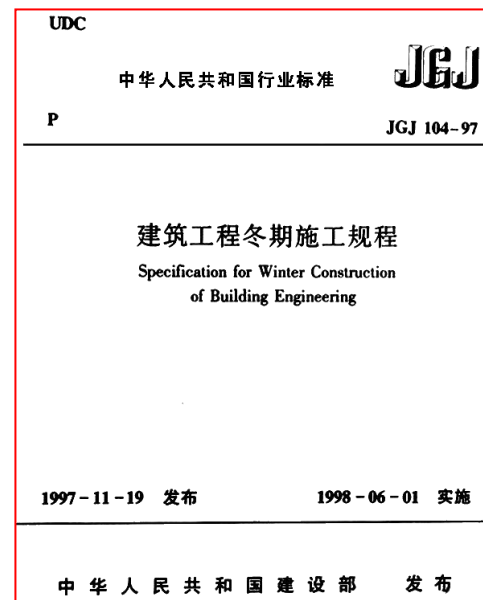
1.1.4 冬期施工的准备工作的准备工作

(1) 搜集当地有关**气象资料**，作为选择冬期施工技术措施的依据。

(2) 安排好冬期施工项目，编制冬期施工技术措施或方案。将**不适宜冬期施工的分项工程**安排在冬期前后完成。

(3) 根据冬期施工方案提前准备施工**临时设施、设备、机具、保温、防冻剂材料**及**劳动防护用品**。

(4) 冬期施工前，应专门组织**冬期施工技术培训**，学习冬期施工相关规范、冬期施工理论、操作技能、防火、防冻、防寒、防一氧化碳中毒、防滑、防止锅炉爆炸等**知识和技能**。



1.2 雨季施工的特点及要求

雨季是指在降雨量超过年降雨量50%以上的降雨集中季节。特点是降雨量大，降雨日数多，降雨强度高，经常出现暴雨或雷击。降雨会引起工程**停工、塌方、基坑浸泡**。

1.2.1 雨季施工的特点

(1) **突然性**：由于暴雨，**雨水倒灌、边坡坍塌**等事故及**山洪、泥石流**等灾害往往不期而至，需要及早进行雨季施工的**准备和防范措施**。

(2) **突发性**：突发降雨对**土木建筑结构和地基持力层**的**冲刷和浸泡**具有严重的破坏性。

(3) **持续性**：雨季时间很长，阻碍了工程(主要包括土方工程、屋面工程等)的顺利进行，**拖延工期**。

1.2.2 雨季施工的要求

(1) 编制施工组织计划时，要根据雨季施工的特点，将不宜在雨季施工的分项工程**提前或延后安排**。对必须在雨季施工的工程应制定行之有效的技术措施。

(2) 合理进行施工安排，做到**晴天抓紧室外工作，雨天安排室内工作**，尽量缩小雨天室外作业时间和工作面。

(3) 密切注意气象预报，做好**抗强台风、防汛**等准备工作，必要时应及时**加固在建的工程**。

(4) 做好建筑材料的**防雨防潮**工作。



1.2.3 雨季施工的准备工作的准备工作

(1) **现场排水**：施工现场的道路、设施必须做到排水畅通，尽量做到**雨停水干**。要防止地面水排入地下室、基础、地沟内。要做好对**危石**的处理，**防止滑坡和塌方**。

(2) **应做好原材料、成品、半成品的防雨工作**：水泥应按“**先进先用**”“**后进后用**”的原则，避免**久存受潮**而影响水泥的性能。木门窗等易受潮变形的半成品应在**室内堆放**，其他材料也应注意防雨及做好材料堆放场地的四周排水工作等。

(3) 在雨季前做好施工现场**房屋、设备的排水防雨措施**。

(4) 备足排水需用的**水泵**及有关器材，准备适量的**塑料布、油毡**等防雨材料。

2 冬期施工技术

2.1 土方工程冬期施工

2.1.1 冻土的定义与分类

定义： 含水的松散岩石和土体，当温度处于 0°C 或负温时，其水分转变为结晶状态且胶结了松散的固体颗粒，称为“**冻土**”；温度已达 0°C 或 0°C 以下，但不含冰和未被冰所胶结的土体则称为“**寒土**”。

冻土的分类：

多年冻土——冻结状态持续3年以上；

季节冻土——每年冬季冻结，夏季全部融化；

瞬时冻土——(冬季)冻结状态仅持续几小时或数日。

此处仅讨论瞬时冻土对土方及基础工程的影响。

2.1.2 地基土的冻胀分类与影响因素

(1) 地基土的冻胀分类

I 类不冻胀——冻胀率 $K_d \leq 1\%$ ，对基础无任何危害；

II 类弱冻胀——冻胀率 $K_d \leq 1 \sim 3.5\%$ ，不影响建筑物的安全；

III 类冻胀——冻胀率 $K_d \leq 3.5 \sim 6\%$ ，地面松散或隆起，道路翻浆，浅埋基础的建筑物将产生裂缝；

IV 类强冻胀——冻胀率 $K_d > 6\%$ ，道路翻浆严重，浅埋基础的建筑物将可产生严重破坏，即使基础埋深超过冻深，也会因切向冻胀力而使建筑物破坏。



强冻胀土

(2) 冻胀的主要影响因素

① **土的类别影响**：碎石类土、砂类土一般不冻胀或冻胀较小；粉土和粉质粘土冻胀性大；粘土次之。

② **含水量的影响**：土中含水量是影响土体冻胀程度的重要因素，在没有地下水补给的情况下，只有**超过塑限的那部分含水量会产生冻胀**。

③ **土的密度影响**：小密度土体冻结时，密度对土体冻胀强度影响甚微；只有当密度达到一定值后冻胀才能减小。

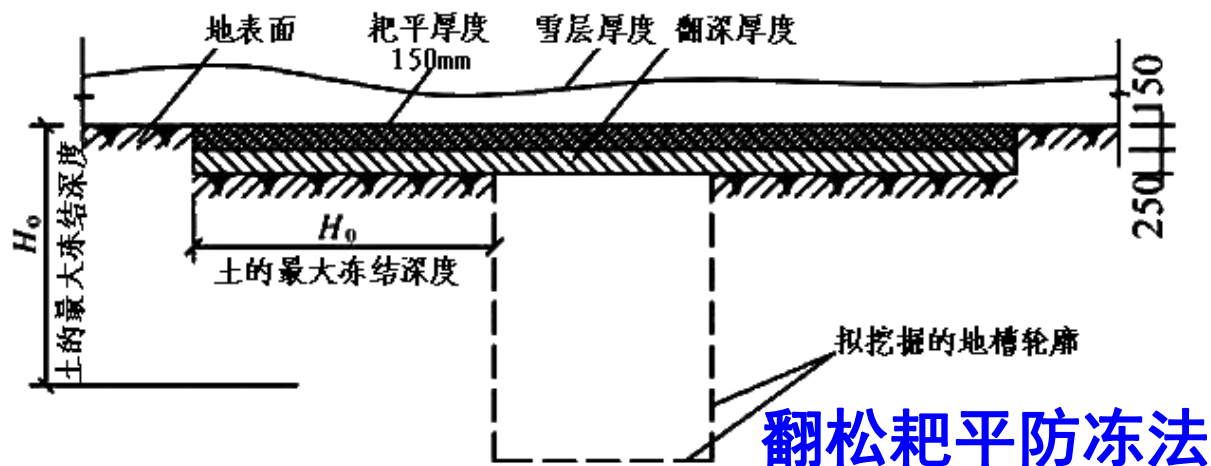
④ **温度对冻胀的影响**：负气温持续时间性长，冻胀绝对量大；土温在起始冻温到 -3°C 之间为**冻胀剧烈增长阶段**，土温在 $-3\sim-7^{\circ}\text{C}$ 时为**冻胀缓慢增长阶段**，负温再增长，**冻胀几乎不再增长**。

⑤ **荷载的影响**：在土体上**附加荷载**能减小土体的冻胀。

2.1.3 地基土的保温防冻

(1) 翻松表土耙

平法：在预先确定冬季挖土的地面上，将表土翻松并耙平，翻松的土层中**充满空气的孔隙可降低土层的导热性**。翻松耙平的深度根据**当地土层冻结深度**确定，一般在入冬之前的秋季进行施工。

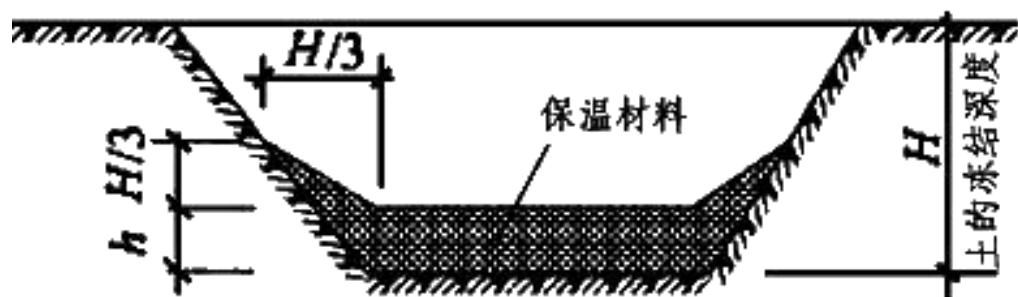


翻松耙平进行地基土的保温防冻

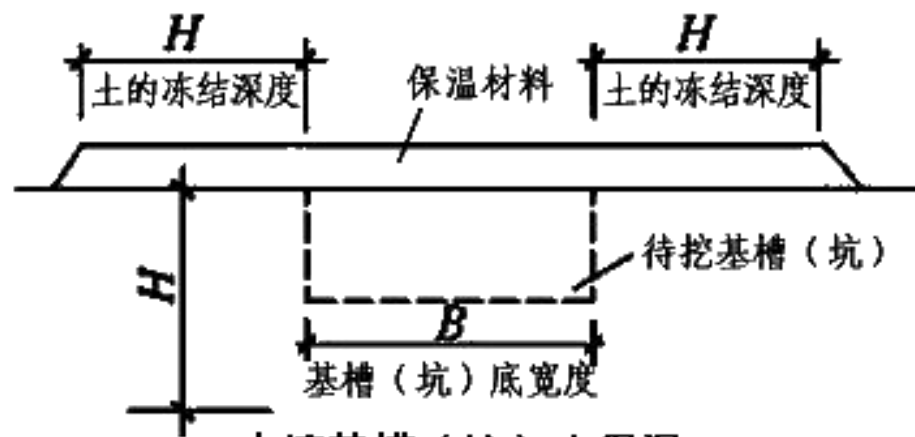
(2) 覆盖保温材料法：对已开挖的基槽(坑)，保温材料铺设在基槽(坑)底表土上面，靠近基槽(坑)壁处，保温材料需加厚；对未开挖的基槽(坑)，保温材料铺设宽度为土层冻结深度的两倍与基槽(坑)宽度之和。适用于面积较小的地面防冻或较小的基槽(坑)防冻。



路基覆盖保温材料



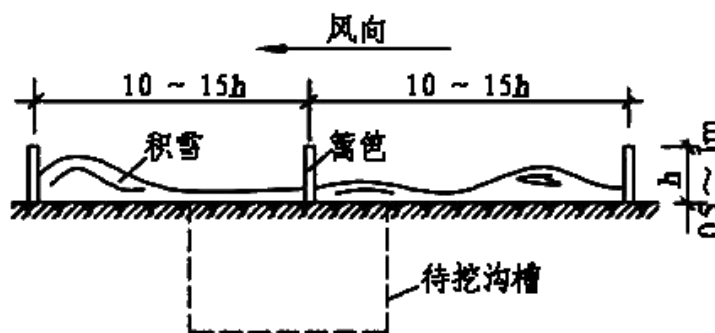
已挖基槽(坑)底保温



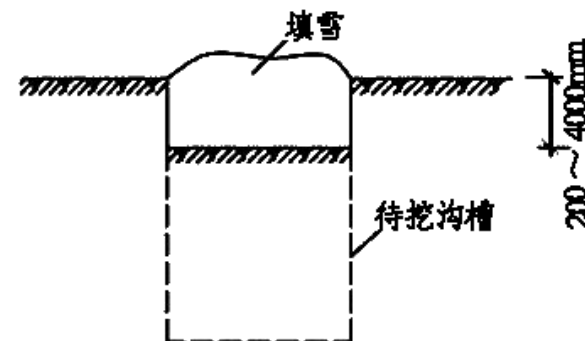
未挖基槽(坑)土保温

覆盖保温材料法

(3) 覆雪保温法：大面积的土方工程可在地面上设篱笆或雪堤，高度一般为0.5~1m；基坑(槽)土方工程可在基坑(槽)位置的地面上挖积雪沟，将雪填满，**防止未挖掘的土层冻结**。适用于降雪量较大的地区。



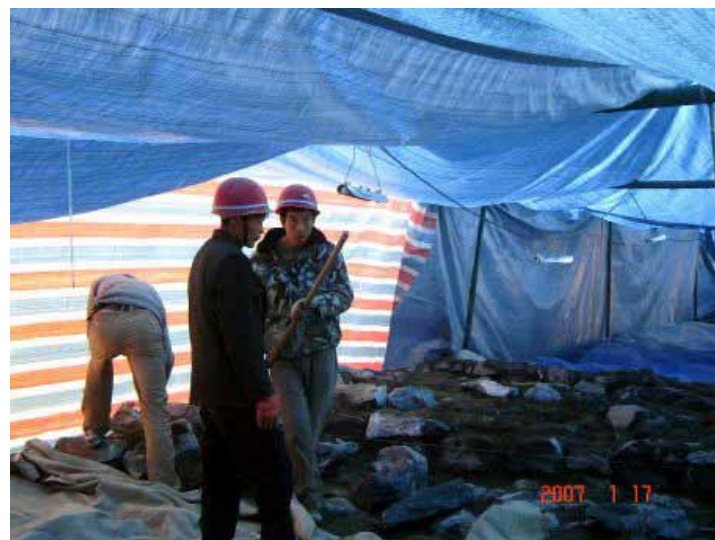
设篱笆或雪堤挡雪防冻



挖积雪沟防冻

覆雪保温防冻法

(4) 暖棚保温法：适用于防止已开挖基坑(槽)基土受冻的方法。一种是在基坑(槽)上面铺设木楞、木板和15~20mm的保温材料；另一种是在基坑(槽)底面铺设珍珠岩袋、稻草、炉渣等保温材料，然后搭设塑料大棚。



它通过散热和吸取冷气,将冻土层温度始终控制在0摄氏度以下,使冻土不发生融化,保证路基和路面结构稳定,不发生沉陷和变形。避免了地表开挖、铲除植被、路堤取土等人为工程活动对冻土生态环境的破坏。

青藏铁路在施工中采用热棒技术

2.1.4 冻土的开挖

(1) **人工开挖**：适用于面积较小的沟槽(坑)和不适宜大型机械的地方，一般是一个人用尖镐刨或3~4人一组用**铁楔子劈冻土**。

(2) **机械开挖**：当冻土层厚度为0.4m以内时，可用**挖掘机、松土机**等土方机械开掘冻土层；如冻土层厚度超过0.4~1.2m时，可用**打桩机破碎或重锤击碎冻土**，然后用装载机或正、反铲装车运出。



多轮斗式挖掘机进行冻土开挖

(3) **爆破法开挖**：冻土层厚度小于2m时，应采用**爆破法开挖冻土方**。

2.1.5 冻土回填

- (1) **房屋内部**不允许用冻土回填。
- (2) 回填地下管道的沟槽时，**管顶上50cm厚范围内**不得用冻土回填，50cm以下部分**冻土体积不得超过15%**。
- (3) 构筑物及有路面的道路，**路基范围内管沟**不得用冻土回填。
- (4) 为确保冬季回填的质量，必要时可用**干砂土**进行回填。
- (5) 在冻胀土上的地梁、桩基的承台，其下面有可能被冻土隆起，要回填**炉渣、矿渣等松散材料**。
- (6) 所有回填地方，均须**排除积水，清除冰块**等杂物。其每层填铺厚度一般不超过20cm，**用夯锤实或碾压机压实**。
- (7) 回填土工作应**连续进行，防止基土或已填土层受冻**。

2.2 钢筋工程的冬期施工

2.2.1 钢筋在负温下的应用

钢筋随着温度的降低，**屈服点、抗拉强度提高**，**伸长率**和**冲击韧性下降**，存在**冷脆现象**，当钢筋存在缺陷时，可能发生**脆断**。

(1) 负温下的结构配筋优先选用小直径、且分散配置，不得采用**排筋密焊配筋**；预应力砼构件不宜采用**无粘结构**造形式；后张法砼构件，**孔道灌浆要密实**，保证砼与钢筋共同工作。

(2) 负温下的钢筋挤压接头或锥螺纹接头应经过**负温试验验证**。

(3) 能使预应力钢筋产生**刻痕**或**咬伤的锚夹具**应进行**负温性能试验**。

(4) 负温下使用的钢筋，在运输、加工过程中防止产生**撞击、刻痕**等缺陷，使用IV级钢筋及其它高强度钢筋时尤应注意。

2.2.2 钢筋的负温焊接

当环境温度低于 -5°C 时，钢筋焊接接头应**优先选用闪光对焊**，也可使用**电渣压力焊**和**电弧焊**。

(1) 焊工须持有钢筋焊工上岗证，负温下施焊前须进行**现场条件下的**焊接性能试验，合格后方可施焊。

(2) 负温下焊接时应调整焊接工艺参数，使**焊缝和热影响区缓慢冷却**。焊接时严格防止产生过热、烧伤、咬肉和裂纹等缺陷，防止在接头处产生偏心受力状态。加强焊工的劳动保护，防止发生烧伤、触电及火灾等事故。

(3) 风力超过四级时，应采取**挡风措施**。焊后**未冷却的接头应避免碰到冰雪**。

(4) **当环境温度低于 -20°C ，不得进行施焊。**

2.3 砼工程的冬期施工

2.3.1 温度与砼硬化的关系

砼在湿度合适的条件下，温度高，硬化快、强度高；温度低，硬化慢、强度低。在 0°C 时水化作用基本停止，在 -3°C 时砼中的水开始结冰。

当室外平均气温连续5天低于 5°C 时，应采取冬期施工措施。

2.3.2 冻害对砼质量的影响

(1) 砼在初凝前或刚初凝即受冻害：水泥来不及水化或水化刚开始，本身无强度，水泥受冻处于“休眠”状态，恢复正常养护后，强度可重新发展至与未受冻基本相同。



(2) 砼在初凝后、强度很小时遭受冻害：砼内部产生二种应力，即水泥水化作用引起的粘结应力和内部自由水引起的冻胀应力，由于粘结应力小于冻胀应力，砼内部会产生微裂缝，降低砼的密实度和耐久性，砼解冻后，其强度虽能继续增长，但不可能达到原设计的强度等级。

(3) 砼达到某一强度值才遭受冻害：当砼达到某一强度，其产生的粘结应力大于冻胀应力时，砼内部不产生微裂缝，解冻后强度能正常增长至原设计强度等级，只不过增长较缓慢而已。这一强度值，我们称之为“**砼受冻临界强度**”。

2.3.3 “**砼受冻临界强度**”

临界强度与水泥的**品种、砼强度等级**有关，硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制的砼为**设计强度等级的30%**，矿渣硅酸盐水泥配制的砼为**40%**，但C10及以下的砼不低于**5MPa**。

2.3.4 砼材料选择及要求

- (1) 优先选用**硅酸盐水泥**或**普通硅酸盐水泥**，水泥强度等级不低于**42.5级**，最小水泥用量不少于 **$300\text{kg}/\text{m}^3$** ，水灰比**≯ 0.6**；
- (2) 骨料中不得含有冰、雪、冻块及其它易冻裂物质；
- (3) 采用非加热养护法施工所选用的外加剂宜优先选用**含引气成分的外加剂**，含气量宜控制在2~4%；
- (4) 在钢筋砼中掺用氯盐类防冻剂时，氯盐掺量不得大于水泥重量的1%，砼必须振捣密实，不宜采用**蒸汽养护**；
- (5) **薄壁结构、中重级工作制吊车梁、动力基础、水工构筑物、预应力砼以及高温、高湿环境中的结构，与酸碱及硫酸盐相接触的结构等不准掺用氯盐。**

2.3.5 砼的搅拌

(1) **原材料的加热**：优先采用**加热水**的办法，当加热水仍不能满足要求时，再对**骨料**进行加热。水和骨料的加热温度一般不超过 80°C 和 60°C ；当水、骨料达到规定温度仍不满足热工计算要求时，可提高**水温**至 100°C ，但**水泥不得与 80°C 以上的水直接接触**；

水泥不得直接加热，宜采用“**暖棚法**”加热并存放。

(2) 搅拌前，先用热水或蒸汽冲洗搅拌机。投料时，**先投骨料和已加热的水**，然后**再投入水泥**；水泥不应与 80°C 以上的水直接接触，避免**水泥假凝**；

(3) 外加剂应与水泥同时加入；

(4) 拌制掺有外加剂的砼时，**搅拌时间应比常温时间延长50%**；

(5) 砼拌合物**出机温度不宜低于 10°C** ，**入模温度不宜低于 5°C** 。

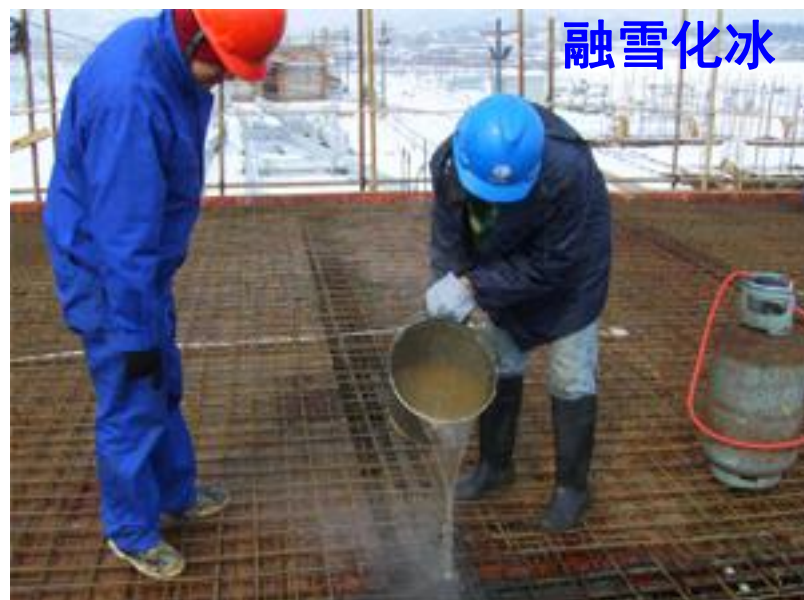
2.3.6 砼的浇筑

融雪化冰

(1) 不得在**强冻胀性地基土**上浇筑砼，在弱冻胀性地基土上浇筑时，**基土应进行保温，以免遭冻**；

(2) 分层浇筑厚大整体式结构砼时，已浇筑层的砼温度在未被上一层砼**覆盖前**应不低于 **2°C** 。采用加热养护时，也不得低于 **2°C** ；

(3) 浇筑装配式结构接头的砼，应先将**结合处的表面加热至正温**。浇筑后的接头砼在温度不超过 **45°C** 的条件下养护至设计要求强度，设计无规定时，**强度不得低于强度标准值的75%**。



2.3.7 蓄热法及热工计算

利用原材料预热和水泥水化热，通过适当的保温，延缓砼的冷却，使砼在**正温条件下**达到**受冻临界强度**的一种常用施工方法。适用于室外最低气温不低于 -8°C （结构表面系数7.5）的结构。

(1) 蓄热法的特点：施工简单、不需外加热源、节能、冬期施工费用低，冬期施工应**优先采用**。只有确定蓄热法不能满足要求时，才考虑选择其它方法。

(2) 蓄热法的三个要素：砼入模温度、围护结构的传热系数和水泥水化热值。

蓄热法适用于**不太寒冷地区**（室外平均气温不低于 -15°C ）或**表面系数不大于10的厚大结构以及地下结构**。

蓄热法的热工计算

热工计算按《建筑工程冬期施工规程》JGJ104-97附录B进行。

热工计算程序为：

砼的拌合物温度 $T_0 \rightarrow$ 砼出机温度 $T_1 \rightarrow$ 砼浇筑时温度 T_2
 $\rightarrow$ 砼浇筑完毕后温度 T_3

(1) 砼的拌合物温度 T_0

$$T_0 = \left[\begin{aligned} &0.92(m_{ce}T_{ce} + m_{sa}T_{sa} + m_gT_g) + 4.2T_w(m_w - w_{sa}m_{sa} - w_gm_g) \\ &+ c_1(w_{sa}m_{sa}T_{sa} + w_gm_gT_g) - c_2(w_{sa}m_{sa} + w_gm_g) \end{aligned} \right] \\ \div \left[4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g) \right]$$

式中：

m_w ——水用量 (kg)；

m_{ce} ——水泥用量 (kg)；

m_{sa} ——砂子用量 (kg)；

m_g ——石子用量 (kg)；

T_w ——水的温度 ($^{\circ}C$)；

T_{ce} ——水泥的温度 ($^{\circ}C$)；

T_{sa} ——砂子的温度 ($^{\circ}C$)；

T_g ——石子的温度 ($^{\circ}C$)；

w_s ——砂子的含水率 (%)；

w_g ——石子的含水率 (%)；

c_1 ——水的比热容 (kJ/kg)；

c_2 ——冰的溶解热 (kJ/kg)。

当骨料温度大于 $0^{\circ}C$ 时， $c_1=4.2$ $c_2=0$ ；

当骨料温度小于或等于 $0^{\circ}C$ 时， $c_1=2.1$ $c_2=335$

(2) 砼拌合物的出机温度 T_1 ：

$$T_1 = T_0 - 0.16(T_0 - T_i)$$

式中： T_i ——搅拌机棚内温度 ($^{\circ}C$)。

(3) 砼拌合物经运输到浇筑时的温度 T_2

$$T_2 = T_1 - (\alpha t_1 + 0.032 n)(T_1 - T_a)$$

式中： t_1 —— 砼拌合物自运输到浇筑时的时间 (h)；

n —— 砼拌和物转运次数；

T_a —— 砼拌和物运输时环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

α —— 温度损失系数 (h^{-1})



当用砼搅拌车输送时， $\alpha = 0.25$ ；

当用开敞式大型自卸汽车时， $\alpha = 0.20$ ；

当用开敞式小型自卸汽车时， $\alpha = 0.30$ ；

当用封闭式自卸汽车时， $\alpha = 0.10$ ；

当用手推车时， $\alpha = 0.50$ 。

(4) 考虑模板和钢筋的吸热影响，砼浇筑成型完成时的温度 T_3

$$T_3 = \frac{C_c m_c T_2 + C_f m_f T_f + C_s m_s T_s}{C_c m_c + C_f m_f + C_s m_s}$$



冬期施工的模板保温

式中： C_c ——砼的比热容 (kJ/kg.K)；
 C_f ——模板的比热容 (kJ/kg.K)；
 C_s ——钢筋的比热容 (kJ/kg.K)；
 m_c ——每 m^3 砼的重量 (kg)；
 m_f ——每 m^3 砼相接触的模板重量 (kg)；
 m_s ——每 m^3 砼相接触的钢筋重量 (kg)；
 T_f ——模板温度，未预热时可采用环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)；
 T_s ——钢筋温度，未预热时可采用环境温度 ($^{\circ}\text{C}$)

2.3.8 掺外加剂砼的选择

(1) 防冻剂产品

按配制工艺和使用条件可分为定型产品与施工现场配制两种；定型产品目前防冻剂有**溶液**和**粉剂**两种，使用时可以粉剂掺加，**投料时应掺在水泥上面**。



早强防冻剂



复合高效早强防冻剂



木质素磺酸钙



泵送早强防冻剂

(2) 氯盐冷砼

由氯盐溶液配制的砼。具有**防冻早强**的明显效果，工艺上除水之外其它材料不进行加热，浇筑后只采取适当保温覆盖措施，可在**严寒条件下施工**。由于对钢筋产生**锈蚀**，**只能在无筋砼和始终处于水下的钢筋砼中使用**。

(3) 低温早强砼

由无氯盐的**早强剂**配制的砼。掺用低温早强剂后可减水10%，早期强度提高2倍，7天龄期可达设计强度；工艺上主要采用**掺用低温早强剂、原材料综合加热和保温覆盖**等综合措施，适宜气温在 -5°C 以上，自然气温正负交变的亚寒地区和严寒地区的初冬和早春季节的低温条件下施工。**缺点：**易出现**砼表面析白起霜**，不宜装饰要求较高砼结构和电解车间、发电站、变电所等直流、高压电源的结构。

(4) 负温砼

由亚硝酸钠、硝酸盐、碳酸盐或以这些盐类为防冻组分，与早强、减水、引气、阻锈等组分复合配制的砼。工艺上主要采用**复合防冻剂、原材料加热和砼表面做防护性简单覆盖**，使砼在负温养护期间硬化，并在规定时间内达到一定的强度。适应温度一般低于低温早强砼，可在 $0\sim-20^{\circ}\text{C}$ 的气温条件下进行冬期施工。适用于**不易蓄热保温、也不易采取加热措施，且对强度增长速度要求不高的结构工程**，如圈梁、过梁、挑檐、地面、梁柱接头以及高空中的砼结构工程。

(5) 砼的养护

选用**传热系数小**的草帘、草袋、锯末、或炉渣**覆盖**；地下工程可用**未冻结土壤覆盖**，用生石灰与湿锯末**均匀拌和覆盖**等。



2.3.9 蒸汽加热法

蒸汽加热法一种是**湿热养护**(棚罩法、蒸汽套法及内部通汽法)，**蒸汽与砼直接接触**，利用**蒸汽的湿热作用来养护砼**；另一种是**干热养护**(毛管法、热模法)，**蒸汽作为热载体，通过散热器将热量传导给砼使砼升温**。

蒸汽养护砼时，采用普通硅酸盐水泥时最高养护温度不超过 80°C ，采用内部通气法最高加热温度不超过 60°C 。



蒸汽养护



梁蒸汽养护

2.3.10 暖棚法

在建筑物或构件周围搭设大棚，通过人工加热使棚内空气保持正温，砼的浇筑和养护均在棚内进行，适用于砼工程较集中(如地下工程)的区域。暖棚常以脚手架材料为骨架，塑料薄膜、帆布或编织布围护。**优点：**劳动条件好、效率高、质量有保证，施工操作与常温无异；**缺点：**暖棚搭拆用工多、供热需大量能源，费用较高，棚内温度低(通常不超过 10°C)，砼强度增长慢。

采用暖棚法要保证棚内各点温度均不低于 5°C ，采用明火升温时要注意防火防毒。

当日平均气温低于 -10°C 时，暖棚法难以奏效。



暖棚法施工

2.4 砖石砌筑工程的冬期施工

砌筑工程冬期施工应优先选用**外加剂法**，可使用**氯盐或亚硝酸钠等盐类外加剂**拌制砂浆，氯盐应以**氯化钠**为主。当气温低于 -15°C 时也可与**氯化钙复合使用**。对保温绝缘、装饰等有特殊要求的工程可采用**冻结法**。

2.4.1 掺盐砂浆法

(1) 掺盐砂浆法的适用范围

我国在砌体工程冬期施工中普遍采用掺盐砂浆法。

下列工程严禁采用掺盐砂浆法施工：对装饰有特殊要求的建筑物；使用湿度大于80%的建筑物；接近高压电路的建筑物；热工要求高的建筑物；配筋砌体；钢埋件无可靠防腐处理措施的砌体；处于地下水位变化范围内，以及在水下未设防水保护层的结构。

(2) 掺盐砂浆法的施工工艺

① 材料的要求：

- 砌体在砌筑前，应**清除冰霜**；
- 砂中不得含有**冰块**和直径大于10mm的**冻结块**；
- **石灰膏**等应防止受冻，如已冻结，应经**融化**后方可使用；
- 水泥应选用**普通硅酸盐水泥**；
- 拌制砂浆的**水温不得超过80°C**；**砂的温度不得超过40°C**。

② 砂浆的要求：掺盐法应按**不同最低气温控制掺盐量**；

当氯盐掺量过少，水化反应极其缓慢，会降低早期强度。如氯盐掺量大于10%，砂浆的后期强度会显著降低，同时导致砌体析盐量过大，增大吸湿性，降低保温性能。按气温情况规定的掺盐量见下表。

掺氯盐外加剂掺量(占用水重量%)

氯盐及砌体材料种类			日最低气温/ $^{\circ}\text{C}$		
			≥ -10	$-11 \sim -15$	$-16 \sim -20$
单盐	氯化钠	砌砖	3	5	7
		砌石	4	7	10
复盐	氯化钠	砌砖	—	—	5
	氯化钙		—	—	2

当日最低气温等于或低于 -15°C 时，**承重砌体的砂浆强度等级应提高一级**；原材料的加热应**优先加热水**，满足不了温度时再进行**砂的加热**。砂浆拌制的**投料顺序**是：水和砂先拌，再投放水泥。砂浆应采用机械进行拌和，搅拌时间比常温季节增加一倍。拌和后的砂浆应注意保温。**砂浆砌筑时温度应不低于 5°C** 。

(3) 施工准备工作

砌体中配置的钢筋及预埋件，应预先做好**防腐处理**。钢筋可涂樟丹2~3道或者涂沥青1~2道，以防钢筋锈蚀。

烧结砖在负温度条件下，应尽量**浇热盐水**。当气温过低，浇水确有困难，则须适当增大**砂浆的稠度**。

(4) 砌筑施工工艺

采用掺盐砂浆法砌筑砌体，砌体转角处和交接处应同时砌筑，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处，应砌成斜槎；砌体表面不应铺设砂浆层，宜采用保温材料加以覆盖；继续施工前，应先用扫帚扫净砖表面，然后再施工。

冬期施工砂浆试块的留置，应**增加不少于1组与砌体同条件养护的试块**，测试检验28d强度。

2.4.2 冻结法

冻结法是**不掺化学外加剂**的普通水泥砂浆铺砌完毕后，允许**砌体冻结**的施工方法。

(1) 冻结法的适用范围：冻结法允许砂浆砌筑后遭受冻结，解冻后其强度仍可继续增长。对有**保温、绝缘、装饰**等特殊要求的工程和**受力配筋砌体**及**不受地震区条件限制**的其他工程，均可采用冻结法施工。

冻结法施工的砂浆，经冻结、融化和硬化3个阶段后，使砂浆强度，砂浆与砖石砌体间的黏结力都有不同程度的降低。砌体在融化阶段，由于砂浆强度接近于零，将会增加**砌体的变形和沉降**。所以下列结构不宜选用：**空斗墙；毛石墙；承受侧压力的砌体；**解冻期间可能受到**振动或动力荷载**的砌体；解冻时不允许发生**沉降**的砌体。

(2) 冻结法的施工工艺

① **材料的要求**：冻结法的砂浆使用温度不应低于 10°C ；当日最低气温高于或等于 -25°C 时，**承重砌体的砂浆强度等级应提高1级**；当日最低气温低于 -25°C 时，**则应提高2级**。砂浆强度等级不得小于M2.5，重要结构其等级不得小于M5.0。

② **砌筑施工工艺**：砌筑时一般应采用“一顺一丁”砌筑法。施工中宜采用水平分段施工，一个施工段的墙体同时砌至一个施工层的高度，不得间断。每天**砌筑高度和临时间断处均不宜大于1.2m**。不设沉降缝的砌体，其分段处的高差不得大于4m。

砌体水平灰缝应控制在10mm以内。为达到**灰缝平直、砂浆饱满和墙面垂直及平整**的要求，砌筑时要随时检查，发现偏差及时纠正。如发现砌体歪斜，**不准敲墙、砸墙**，须拆除重砌。

③ 砌体的解冻：砌体解冻时，其**砂浆强度接近于零**，**下沉量比常温施工增大10%~20%**。砌体在解冻期间的**稳定性较差**，在开冻前应进行检查、开冻过程中应组织观测。发现**裂缝、不均匀下沉**等情况，应分析原因并立即采取**加固措施**。

为保证解冻时砖砌体均匀沉降不出现裂缝，应采取下列措施：

- 解冻前应清除房屋中剩余的建筑材料等**临时荷载**。开冻前宜**暂停施工**。
- 留置在砌体中的**洞口**和**沟槽**等，宜在解冻前**填砌完毕**。
- 跨度大于**0.7m**的过梁，宜采用预制构件。
- 门窗框上部应留出**3~5mm**的空隙作为解冻后**预留沉降量**。
- 在楼板水平面上，墙的**拐角处、交接处**和**交叉处**每半砖设置一根**Φ6 钢筋拉结**。伸入相邻墙内必须大于**1m**。

2.5 装饰工程的冬期施工

2.5.1 一般抹灰冬期施工

(1) 热作法施工：是利用房屋的永久或临时热源提高和保持操作环境的温度，人为创造一个正温环境，使抹灰砂浆硬化和固结。热作法一般用于室内抹灰。常用的热源有：火炉、蒸汽、远红外线加热器等。

室内抹灰应在屋面防水层已做好的情况下进行。在进行室内抹灰之前，应将门、窗封闭，脚手眼堵好，且室内温度不应低于 5°C 。抹灰前墙体、地面基层应为正温，方能进行施工。抹灰工程结束后，至少应保持7d不低于 $+5^{\circ}\text{C}$ 的室温，方可停止供热。

(2) 冷作法施工：是在负温下不施加任何采暖措施而进行抹灰作业，称为**冷作抹灰**。在使用的砂浆中掺入氯化钠等**抗冻剂**，以降低抹灰砂浆的**冰点**。掺氯盐的冷作法抹灰，严禁用于高压电源部位。**用冻结法砌筑的墙，室外抹灰应待其完全解冻后施工。**不得用热水冲刷冻结的墙面或用火消除墙面的冰霜。冷作抹灰砂浆抗冻外加剂的掺量，应根据预计环境温度而定。

2.5.2 其他装饰工程的冬期施工

冬期进行油漆、刷浆、裱糊、饰面工程，应采用热作法施工。室内温度应保持平衡，不得突然变化，低于规定的室内温度。否则不能保证工程质量。

冬期气温低，油漆会发黏不易涂刷，涂刷后漆膜不易干燥。可在油漆中加入一定量的催干剂，保证在24h内干燥。

3 雨季施工技术措施

3.1 雨季施工原则

(1) 预防为主的原则：做好临时排水系统的总体规划，提前准备做好雨季施工所需材料、设备，编制有针对性的雨季施工措施。

(2) 统筹规划的原则：根据“晴外、雨内”的原则，组织合理的工序穿插，对不适宜雨季施工的工程要提前或暂不安排，土方工程、基础工程、地下构筑物工程等雨季不能间断施工的，要调集人力组织快速施工，尽量缩短雨季施工时间。

(3) 掌握气象变化情况：重大吊装，高空作业、大体积砼浇筑等更要事先了解天气预报，确保作业安全和保证砼质量。

(4) 安全的原则：现场临时用电线路要绝缘良好，电源开关箱、配电箱、电缆线接头、箱、电焊机等须有防雨措施。

3.2 土方与基础工程

(1) 雨季进行基坑或边坡土方施工时，应编制切实可行的施工方案、制定有针对性的施工技术措施和安全措施。

(2) 基坑或边坡土方施工须严格**按规定放坡**，雨季施工的工作面不宜过大，**应逐段、逐片地分期完成**。基坑(槽)挖到标高后，**及时验收并浇筑砼垫层**。

(3) 基坑开挖时，应沿基坑边做小土堤，防止**地表水流入基坑**；基坑内设排水沟和集水井，**及时抽排坑内积水**。

(4) 加强对**边坡**和**支撑稳定状况**的监测检查。发现裂缝和塌方及时组织撤离，采取加固措施并确认后，方可继续施工。

(5) **施工道路距基坑上口 $\leq 5\text{m}$** 。基坑上口3m范围内不得**堆物**和**弃土**。

(6) 砼基础施工时应考虑**遮盖挡雨**和及时**排出积水**，防止雨水浸泡、冲刷、影响质量。

(7) 桩基施工前，应整平场地并碾压密实，四周做好排水沟，防止**地表松软致使打桩机械倾斜**。钻孔桩基础要**随钻、随盖、随灌砼**。下班前不得留有**桩孔**，防止**灌水塌孔**。重型土方机械要防止场地下面有暗沟、暗洞造成**施工机械沉陷**。

(8) 回填土施工前，应排除基坑集水，取土、运土、铺填、压实等工序连续进行，分层夯实回填土。

(9) 停止人工降水时，应验算箱形基础**抗浮稳定性**、地下水对基础的浮力。**抗浮稳定系数不宜小于1.2**，以防止出现**基础上浮或倾斜**的重大事故。如抗浮稳定系数不能满足要求时，应继续抽水，直到施工上部结构荷载能满足抗浮稳定系数要求为止。

3.3 钢筋砼工程

(1) 模板堆放场地不得有积水，垫木支撑处地基应坚实，上部设置防雨措施，雨后及时检查支撑是否牢固。

(2) 拆模后模板要及时修理并涂刷隔离剂，涂刷前要掌握天气预报，以防隔离剂被雨水冲掉。

(3) 雨季施工时，应加强对砼粗细骨料含水量的测定，及时调整用水量；砼浇筑前须清除模板内的积水。

(4) 砼浇筑不得在中雨以上的情况下进行，如突然遇雨，应采取防雨措施，做好临时施工缝，方可收工。

(5) 雨后继续施工时，先应清除表面松散的石子，对施工缝进行技术处理后，再进行浇筑。

(6) 砼初凝前应采取防雨措施，用塑料薄膜保护。

3.4 其它工程的雨季施工

(1) 塔式起重机路基，必须高出自然地面15cm，严禁雨水浸泡路基。雨后吊装时，要先做试吊，将构件吊至1m左右，往返上下数次稳定后再进行吊装工作。

(2) 雨天焊接作业须在**防雨棚内**进行，**严禁露天冒雨作业**。

(3) **严禁在雨季中进行屋面防水施工作业**。

(4) 雨天不得进行室外抹灰，至少应能预计1~2d的大气变化情况。对已经施工的墙面，应及时注意**遮盖**，防止**突然降雨冲刷**。

(5) 室内抹灰应在**屋面防水层施工完后**进行，至少应做完屋面找平层，并铺一层油毡。



绿火神新型高效焊割燃气
雨中切割钢板

3.5 雨季施工的机械防雨和防雷设施

(1) 机械棚要搭设牢固，防止倒塌漏雨。机电设备采取**防雨、防淹**措施，安装**接地安全装置**。机电电闸箱的**漏电保护装置**要可靠。

(2) 雨季为防止雷电袭击造成事故，施工现场高出建筑物的塔吊、人货电梯、钢脚手架等须装设**防雷装置**。防雷装置由避雷针、接地线和接地体3部分组成。避雷针装在高出建筑物的塔吊、人货电梯、钢脚手架的**最高顶端上**；接地线可用截面积 $\geq 16\text{mm}^2$ 的铝导线或 $\leq 12\text{mm}^2$ 的铜导线，也可用直径 $\leq 8\text{mm}$ 的圆钢；**接地电阻不宜超过 $10\ \Omega$** 。

(3) 基础工程应开设排水沟、基槽、坑沟等，深基坑应设置**护栏**或**警告标志**，超过1m深的基槽、井坑应设支撑。

冬雨期施工技术

冬期与雨季
施工特点

冬期施工的特点及要求

雨季施工的特点及要求

施工特点、施工要求
施工准备工作

冬期
施工技术

土方工程

钢筋工程

砖石砌筑工程

砼工程

装饰工程

冻胀分类及影响因素
地基土的保温防冻
冻土开挖、冻土回填

砼受冻临界强度
砼材料的选择及要求
砼的搅拌、砼的浇筑
蓄热法及热工计算
蒸气养护法、暖棚法

雨季施工
技术措施

雨季施工原则

施工技术措施

土方与基础工程
砼工程及其它工程
机械的防雨及防雷