

混凝土冬季施工

当室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5°C 时，就应采取冬期施工的技术措施进行混凝土施工。混凝土所以能凝结、硬化并取得强度，是水泥和水进行水化作用的结果。水化作用的速度在一定湿度条件下主要取决于温度，温度愈高，强度增长也愈快，反之则慢。当温度降至 0°C 以下时，水化作用基本停止，温度再继续降至 $-2\sim-4^{\circ}\text{C}$ ，混凝土内的水开始结冰，水结冰后体积增大 $8\%\sim 9\%$ ，在混凝土内部产生冰晶应力，使强度很低的水泥石结构内部产生微裂纹，同时减弱了水泥与砂石和钢筋之间的粘结力，从而使混凝土后期强度降低。受冻的混凝土在解冻后，其强度虽然能继续增长，但已不能再达到原设计的强度等级。

试验证明，混凝土遭受冻结带来的危害，与遭冻的时间早晚、水灰比等有关，遭冻时间愈早，水灰比愈大，则强度损失愈多，反之则损失少。

经过试验得知，混凝土经过预先养护达到一定强度后再遭冻结，其后期抗压强度损失就会减少。一般把遭冻结其后期抗压强度损失在 5% 以内的预养强度值定为“混凝土受冻临界强度”。对用普通硅酸盐水泥的硅酸盐水泥配制的混凝土，受冻临界强度为设计的混凝土强度标准值的 30%；对用矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，受冻临界强度定为设计的混凝土强度标准值的 40%。

一、混凝土冬期施工方法的选择

混凝土冬期施工方法为：混凝土养护期间不加热的方
法。其方法包括：掺化学外加剂法，外加剂为早强剂和防冻
剂。

二、混凝土冬期施工的一般要求

(1) 冬期拌制混凝土时应优先采用加热水的方法，当加
热水仍不能满足要求时，再对骨料进行加热，水及骨料的加
热温度应根据热功计算确定，但不得超过表中的规定。

表 拌和水及骨料最高温度

项目	拌和水	骨料
低于 52.5 等级的水泥、矿渣硅酸盐水泥	80℃	60℃
大于等于 52.5 等级的硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	60℃	40℃

(2) 配制冬期施工的混凝土，应优先选择硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其强度等级不得低于 42.5Mpa，每立方米混凝土水泥用量不得少于 300kg，水灰比不得大于 0.6.

(3) 骨料必须清洁，不得含有冰、雪等冻结物。

(4) 搅拌前应用热水或蒸汽冲洗搅拌机，搅拌时间应较常温延长 50%，其拌制投料顺序时骨料、热水，然后再投入水泥、外加剂。确保混凝土的出机温度不低于 15℃，入模温度不低于 5℃。

(5) 混凝土的运输应尽量缩短运距，运输及浇筑混凝土的容器应有保温措施。

(6) 混凝土在浇筑前，应清除模板和钢筋上的冰雪及污垢，运输和浇筑混凝土用的容器应具有保温措施。混凝土在运输、浇筑过程中的温度应与热工计算的要求相符合，若与要求不符合，则应采取措施进行调整。

(7) 严格控制商品混凝土的质量、外加剂及混凝土的水灰比；缩短混凝土到施工现场等候的时间，做到随到随浇筑。

三、混凝土冬期施工的养护

混凝土冬期施工中使用的外加剂有：早强剂、防冻剂、减水剂和引气剂，可以起到早强、抗冻、促凝、减水和降低冰点的作用。这是混凝土冬期施工的一种有效方法。当掺加外加剂后仍需加热保温时，这种混凝土冬期施工方法称为正温养护工艺；当掺加外加剂后不需加热保温时，这种混凝土冬期施工方法称为负温养护工艺。

1、防冻剂和早强剂

防冻剂的作用是降低混凝土液相的冰点，使混凝土早期不受冻，并使水泥的水化能继续进行；早强剂是指能提高混凝土早期强度，并对后期强度无显著影响的外加剂。

常用的防冻剂有氯化钠（NaCl）、亚硝酸钠(NaNO₂)、乙酸钠(CH₃COONa)等。

早强剂以无机盐类为主，如氯盐（CaCl₂、NaCl）、硫酸

盐(Na_2SO_4 、 CaSO_4 、 K_2SO_4)、硫酸盐(K_2CO_3)、硅酸盐等。其中氯盐使用历史悠久：氯化钙早强作用较好，常作为早强剂使用；氯化钠降低冰点作用较好，故常作为防冻剂使用。有机类有三乙醇胺 $[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3]$ 、甲醇(CH_3OH)、乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)、尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 、乙酸钠(CH_3COONa)等。

氯盐的掺入效果随掺量而异，掺量过高，不但会降低混凝土的后期强度，而且将增大混凝土的收缩量。由于氯盐对钢筋有锈蚀作用，故规范对氯盐的使用及掺量有严格规定。

在钢筋混凝土结构中，氯盐掺量按无水状态计算不得超过水泥用量的 1%。

2、减水剂

减水剂是在不影响混凝土和易性的条件下，具有减水及提高强度作用的外加剂。常用的减水剂有木质素磺酸盐类、萘系减水剂、树脂系减水剂、糖蜜系减水剂、腐殖酸减水剂、复合减水剂等。

3、引气剂

引气剂是指在混凝土中，经搅拌能引入大量分布均匀的微小气泡的外加剂。当混凝土具有一定强度后受冻时，空隙中部分水被冻胀压力压入气泡中，缓解了混凝土受冻时的体积膨胀，故可防止冻害。常用的引气剂有松香热聚物、松香皂、烷基苯磺酸盐等。

四、混凝土的保温

浇筑好的混凝土立即用塑料薄膜覆盖保温，上面再铺一层棉毡保温；延缓混凝土侧模拆除时间，拆除后立即用塑料薄膜和棉毡包裹。