

中华人民共和国行业标准

建筑工程冬季施工规程

Specification for Winter Construction of Building Engineering

JGJ104—97

混凝土工程

1. 一般规定
2. 混凝土原材料加热、搅拌、运送和浇筑
3. 混凝土蓄热法和综合蓄热法养护
4. 混凝土蒸汽养护法
5. 电加热法养护混凝土
6. 暖棚法施工
7. 负温养护法
8. 硫铝酸盐水泥混凝土施工
9. 混凝土质量控制及检查

混凝土工程

一、一般规定

1.1 冬期浇筑的混凝土，其受冻临界强度应符合下列规定：

1.1.1 一般混凝土采用硅酸盐水泥或一般硅酸盐水泥配制时，应为设计的混凝土强度原则值的 30%。采用矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，应为设计的混凝土强度原则值的 40%，但混凝土强度等级为 C10 及以下时，不得大于 5.0N/mm^2 。

注：当施工需要提高混凝土强度等级时，应按提高后的强度等级确定。

1.1.2 掺用防冻剂的混凝土，当室外最低气温不低于 -15°C 时不得大于 4.0N/mm^2 ，当室外最低气温不低于 -30°C 时不得大于 5.0N/mm^2 。

1.2 混凝土冬期施工应按本规程附录 B 的规定，进行混凝土的热工计算。

1.3 混凝土冬期施工应优先选用硅酸盐水泥和一般硅酸盐水泥，水泥标号不应低于 425 号。最小水泥用量不应少于 300kg/m^3 ，水灰比不得大于 0.6。

使用矿渣硅酸盐水泥时，宜优先采用蒸汽养护。

注：1. 大体积混凝土的至少水泥用量，应根据实际状况决定；

2. 强度等级不大于 C10 的混凝土，其最大水灰比和至少水泥用量可不受以上限制；

3. 本规程所称的水灰比，一般混凝土系指水与水泥（包括外掺混合材）重量之比；轻骨料混凝土系指水泥的净灰比（水不包括轻骨料 1h 吸水量，水泥不包括掺加的混合材）。

1.4 拌制混凝土所采用的骨料应清洁，不得具有冰、雪、冻块及其他易冻裂物质。在掺用品有钾、钠离子的防冻剂混凝土中，不得采用活性骨料或在骨料中混有此类物质的材料。

1.5 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%。

1.6 在钢筋混凝土中掺用氯盐类防冻剂时，氯盐掺量不得不不大于水泥重量的 1%（按无水状态计算）。掺用氯盐的混凝土应振捣密实，且不合适采用蒸汽养护。

1.7 在下列状况下，不得在钢筋混凝土构造中掺用氯盐：

（1）排出大量蒸汽的车间、澡堂、洗衣房和常常处在空气相对湿度不不大于 80%的房间以及有顶盖的钢筋混凝土蓄水池等的在高湿度空气环境中使用的构造；

（2）处在水位升降部位的构造；

（3）露天构造或常常受雨、水淋的构造；

（4）有镀锌钢材或铝铁相接触部位的构造，和有外露钢筋、预埋件而无防护措施的构造；

（5）与具有酸、碱或硫酸盐等侵蚀介质相接触的构造；

（6）使用过程中常常处在环境温度为 60° C 以上的构造；

（7）使用冷拉钢筋或冷拔低碳钢丝的构造；

（8）薄壁构造，中级和重级工作制吊车梁、屋架、落锤或锻锤基础构造；

（9）电解车间和直接靠近直流电源的构造；

（10）直接靠近高压电源（发电站、变电所）的构造；

（11）预应力混凝土构造。

1.8 模板外和混凝土表面覆盖的保温层，不应采用潮湿状态的材料，也不应将保温材料直接铺盖在潮湿的混凝土表面，新浇混凝土表面应铺一层塑料薄膜。

1.9 整体构造如为加热养护时，浇筑程序和施工缝位置的设置，应采用能防止发生较大温度应力的措施。当加热温度超过 45° C 时，应进行温度应力核算。

二、混凝土原材料加热、搅拌、运送和浇筑

2.1 混凝土原材料加热应优先采用加热水的措施，当加热水仍不能满足规定期，再对骨料进行加热。水、骨料加热的最高温度应符合表 2.1 的规定。当水、骨料抵达规定温度仍不能满足热工计算规定期，可提高水温到 100° C，但水泥不得与 80° C 以上的水直接接触

拌合水及骨料加热最高温度（° C）表 2.1

水泥品种及标号	拌合水	骨料
标号低于 525 号的一般硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	80	60
标号高于及等于 525 号的硅酸盐水泥、一般硅酸盐水泥	60	40

2.2 水加热宜采用蒸汽加热、电加热或汽水热互换罐等措施。加热水使用的水箱或水池应予保温，其容积应能使水抵达规定的使用温度规定。

2.3 砂加热应在开盘前进行，并应掌握各处加热均匀。当采用保温加热料斗时，宜配置两个，交替加热使用。每个料斗容积可根据机械可装高度和侧壁斜度等规定进行设计，每一种斗的容量不合适不不大于 3.5m³。

2.4 拌制掺用防冻剂的混凝土，当防冻剂为粉剂时，可按规定掺量直接撒在水泥上面和水泥同步投入；当防冻剂为液体时，应先配制成规定浓度溶液，然后再根据使用规定，用规定浓度溶液再配制成施工溶液。各溶液应分别置于明显标志的容器内，不得混淆，每班使用的外加剂溶液应一次配成。

2.5 配制与加入防冻剂，应设专人负责并做好记录，应严格按剂量规定掺入。使用液体外加剂时应随时测定溶液温度，并根据温度变化用比重计测定溶液的浓度。当发现浓度有变化时，应加强搅拌直至浓度保持均匀为止。

2.6 水泥不得直接加热，使用前宜运入暖棚内寄存。

2.7 搅拌混凝土时，骨料中不得带有冰、雪及冻团。拌制混凝土的最短时间应按表 2.7 采用。

拌制混凝土的最短时间（s）

表 2.7

混凝土坍落度（cm）	搅拌机机 型	搅拌机容积（L）		
		<250	250—650	>650
<=3	自落式	135	180	225
	强制式	90	135	180
>3	自落式	135	135	180
	强制式	90	90	135

注：表中搅拌机容积为出料容积。

2.8 混凝土在浇筑前，应清除模板和钢筋上的冰雪和污垢。运送和浇筑混凝土用的容器应有保温措施。

2.9 混凝土在运送、浇筑过程中的温度和覆盖的保温材料，均应按本规程附录 B 进行热工计算。当不符合规定期，应采用措施进行调整。

2.10 冬期不得在强冻胀性地基土上浇筑混凝土。在弱冻胀性地基土上浇筑混凝土时，基土不得遭冻。假如在非冻胀性土地基上浇筑混凝土时，混凝土在受冻前的抗压强度应符合本规程第 1.1 条规定。

2.11 分层浇筑厚大的整体式构造混凝土时，已浇筑层的混凝土温度在未被上一层混凝土覆盖前不应低于 2° C。采用加热养护时，养护前的温度也不得低于 2° C。

三、混凝土蓄热法和综合蓄热法养护

3.1 当室外最低温度不低于-15° C 时，地面如下的工程，或表面系数 M 不不大于 5m⁻¹的构造，应优先采用蓄热法养护。对构造易受冻的部位，应采用加强保温措施。

3.2 当采用蓄热法不能满足规定期，可选用综合蓄热法养护。当围护层的总传热系数与构造表面系数的乘积 KM 在 50—200kJ/m³*h*K 的范围时，应符合下列公式规定：

$T_{m,a} > 1/b * \ln(KM/a)$ (3.1)

式中 T_{m,a}——冷却期间平均气温，且不应低于-12° C；

M——构造表面系数 (m⁻¹), 5<=M<=15；

K——围护层的总传热系数 (kJ/m²*h*K)；

a、b——系数，宜按表 32 采用。

系数 a、b 值

表 3.2

水泥品种	硅酸盐水泥		一般硅酸盐水泥		矿渣硅酸盐水泥	
系数	a	b	a	b	a	b
水泥用量 (kg/m ³)						
250	213	0.131	164	0.110	104	0.116
300	251	0.136	178	0.112	125	0.118
350	289	0.141	193	0.115	148	0.120
400	327	0.146	208	0.118	171	0.123
450	366	0.151	224	0.122	194	0.126
500	405	0.157	240	0.126	216	0.130

550	443	0.162	256	0.130	236	0.135
-----	-----	-------	-----	-------	-----	-------

3.3 综合蓄热法施工应选用早强剂或早强型复合防冻剂，并应具有减水、引气作用。

3.4 混凝土浇筑后应在裸露混凝土表面采用塑料布等防水材料覆盖并进行保温。对边、棱角部位的保温厚度应增大到面部位的 2—3 倍。混凝土在养护期间应防风防失水。

3.5 采用组合钢模板时，宜采用整装整拆方案。当混凝土强度抵达 1N/mm² 后，可使侧模板轻轻脱离混凝土后，再合上继续养护到拆模。

四、混凝土蒸汽养护法

4.1 混凝土蒸汽养护法的合用范围应符合表 4.1 的规定。

混凝土蒸汽养护法的合用范围 表 4.1

措施	简述	特点	合用范围
棚罩法	用帆布或其他罩子扣罩，内部通蒸汽养护混凝土	设施灵活，施工简便，费用较小，但耗汽量大，温度不易均匀	预制梁、板、地下基础、沟道等
蒸汽套法	制作密封保温外套，分段送汽养护混凝土	温度能合适控制，加热效果取决于保温构造，设施复杂	现浇梁、板、框架构造，墙、柱等
热模法	模板外侧配置蒸汽管，加热模板养护	加热均匀、温度易控制，养护时间短，设备费用大	墙、柱及框架构造
内部通汽法	构造内部留孔道，通蒸汽加热养护	节省蒸汽，费用较低，入汽端易过热，需处理冷凝水	预制梁、柱、桁架，现浇梁、柱、框架单梁

4.2 蒸汽养护法应使用低压饱和蒸汽，当工地有高压蒸汽时，应通过减压阀或过水装置后方可使用。

4.3 蒸汽养护的混凝土，采用一般硅酸盐水泥时最高养护温度不超过 80° C，采用矿渣硅酸盐水泥时可提高到 85° C。但采用内部通汽法时，最高加热温度不应超过 60° C。

4.4 整体浇筑的构造，采用蒸汽加热养护时，升温 and 降温速度不得超过表 4.4 规定。

蒸汽加热养护混凝土升温 and 降温速度

表 4.4

构造表面系数 (m ⁻¹)	升温速度 (° C/h)	降温速度 (° C/h)
≥6	15	10
<6	10	5

注：厚大体积的混凝土，应根据实际状况确定。

4.5 蒸汽养护应包括升温-恒温-降温三个阶段，各阶段加热延续时间可根据养护终了规定的强度确定。

4.6 整体构造采用蒸汽养护时，水泥用量不合适超过 350kg/m³，水灰比宜为 0.4—0.6，坍落度不合适不不大于 5cm。

4.7 采用蒸汽养护的混凝土，可掺入早强剂或无引气型减水剂，但不合适掺用引气剂或引气减水剂，亦不应使用矾土水泥。

4.8 蒸汽加热养护混凝土时，应排除冷凝水，并防止渗透地基土中。当有蒸汽喷出口时，喷嘴与混凝土外露面的距离不得不不大于 30cm。

五、电加热法养护混凝土

5.1 电加热法养护混凝土的温度，应符合表 5.1 的规定。

电加热法养护混凝土的温度 (° C)

表 5.1

水泥标号	构造表面系数 (m^{-1})		
	<10	10-15	>15
325	70	50	45
425	40	40	35

注：采用红外线辐射加热时，其辐射表面温度可采用 70--90° C。

5.2 混凝土电极加热法养护的合用范围宜符合表 5.2 的规定。

电极加热法养护混凝土的合用范围

表 5.2

分类		常用电极规格	设置措施	合用范围
内部电极	棒形电极	$\phi 6--\phi 12$ 的钢筋短棒	混凝土浇筑后，将电极穿过模板或在混凝土表面插入混凝土体内	梁、柱、厚度不大于 15cm 的板、墙及设备基础
	弦形电极	$\phi 6--\phi 16$ 的钢筋长 2--2.5m	在浇筑混凝土前，将电极装入其位置与构造纵向平行地方，电极两端弯成直角，由模板孔引出	含筋较少的墙、柱、梁，大型柱基础以及厚度不大于 20cm 单侧配筋的板
表面电极		$\phi 6$ 钢筋或厚 1--2mm 宽 30--60mm 的扁钢	电极固定在模板内侧，或装在混凝土的外表面	条形基础、墙及保护层不大于 5cm 的大体积构造和地面等

5.3 混凝土采用电极加热法养护应符合下列规定：

5.3.1 电路接好应经检查合格后方可合闸送电。当构造工程量较大，需边浇筑边通电时，应将钢筋接地线。电热现场应设安全围栏。

5.3.2 棒形和弦形电极应固定牢固，并不得与钢筋直接接触。电极与钢筋之间的距离应符合表 5.3 的规定。

电极与钢筋之间的距离

表 5.3

工作电压 (v)	最小距离 (cm)
65.0	5-7
87.0	8-10
106	12-15

当因钢筋密度大而不能保证钢筋与电极之间的上述距离时，应采用绝缘措施。

5.3.3 电极加热法应使用交流电，不得使用直流电。电极的形式、尺寸、数量及配置应能保证混凝土各部位加热均匀，且仅应加热到设计的混凝土强度原则值的 50%。在电极附近的辐射半径方向每隔 1cm 距离的温度差不得超过 1C。

5.3.4 电极加热应在混凝土浇筑后立即送电，送电前混凝土表面应保温覆盖。混凝土在加热养护过程中，其表面不应出现干燥脱水，并应随时向混凝土上表面洒水或洒盐水，洒水应在断电后进行。

5.4 混凝土采用电热毯法养护应符合下列规定：

5.4.1 电热毯宜由四层玻璃纤维布中间夹以电阻丝制成。其几何尺寸应根据混凝土表面或模板外侧与龙骨构成的区格大小确定。电热毯的电压宜为 60--80V，功率宜为 75--100W/块。

5.4.2 当布置电热毯时，在模板周围的各区格应持续布毯，中间区格可间隔布毯，并应与对面模板错开。电热毯外侧应设置耐热保温材料（如岩棉板等）。

5.4.3 电热毯养护的通电持续时间应根据气温及养护温度确定，可采用分段、间断或持续通电养护工序。

5.5 混凝土采用工频涡流法养护应符合下列规定：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/425211330024011214>