建筑与市政工程冬期施工导则

（征求意见稿）

辽宁省住房和城乡建设厅

2022年xx月

**前 言**

辽宁省由于自然条件限制，工程项目难以避免进入冬期，为指导冬期施工实施、规范冬期施工行为，实现保障安全、提高质量、缩短总工期的目的，编制《建筑与市政工程冬期施工导则》。

本导则的主要内容包括：总则、术语、地基基础工程、钢筋混凝土工程、钢结构工程、砌体工程、装饰工程、保温及防水工程、预制构件安装工程、道路工程、桥梁工程、隧道工程、越冬工程维护。

本导则由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑东北设计研究院有限公司负责具体技术内容的编写和解释。

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

主编单位：XXXXXXXX

参编单位：XXXXXXXX

 XXXXXXXX

 XXXXXXXX

编制人员：

审核人员：

**目 录**

1 总 则 - 1 -

1.1 适用范围 - 1 -

1.2 基本原则 - 1 -

1.3 总体要求 - 1 -

2 术 语 - 1 -

3 地基基础工程 - 4 -

3.1 一般规定 - 4 -

3.2 土方工程 - 5 -

3.3 地基处理 - 6 -

3.4 桩基础 - 7 -

3.5 基坑支护 - 8 -

4 钢筋混凝土工程 - 8 -

4.1 一般规定 - 8 -

4.2 钢筋工程 - 9 -

4.3 混凝土工程 - 11 -

5 钢结构工程 - 15 -

5.1 一般规定 - 15 -

5.2 材料要求 - 15 -

5.3 钢结构制作 - 16 -

5.4 钢结构安装 - 17 -

5.5 钢结构焊接 - 18 -

5.6 钢结构涂装 - 19 -

6 砌体工程 - 19 -

6.1 一般规定 - 19 -

6.2 材料要求 - 20 -

6.3 砌筑施工 - 21 -

7 装饰工程 - 22 -

7.1 一般规定 - 22 -

7.2 抹灰工程 - 22 -

7.3 饰面工程 - 23 -

7.4 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程 - 24 -

8 保温及防水工程 - 24 -

8.1 一般规定 - 24 -

8.2 保温工程 - 25 -

8.3 防水工程 - 26 -

9 预制构件安装工程 - 27 -

9.1 预制构件的运输及堆放 - 27 -

9.2 预制构件的吊装 - 28 -

9.3 预制构件的连接和校正 - 28 -

10 道路工程 - 29 -

10.1 一般规定 - 29 -

10.2 材料要求 - 29 -

10.3 路基工程 - 30 -

10.4 路面工程 - 31 -

11 桥梁工程 - 32 -

11.1 一般规定 - 32 -

11.2 材料要求 - 32 -

11.3 桥梁钢筋混凝土结构 - 33 -

11.4 桥梁钢结构 - 36 -

12 隧道工程 - 37 -

12.1 一般规定 - 37 -

12.2 隧道开挖 - 38 -

12.3 湿喷水泥混凝土施工 - 39 -

12.4 二次衬砌混凝土施工 - 40 -

12.5 施工机械配套技术 - 41 -

13 越冬工程维护 - 42 -

13.1 一般规定 - 42 -

13.2 永久工程 - 43 -

13.3 临时工程 - 44 -

14 附录 - 45 -

附录A 参考规范性文件名录 - 45 -

# 1 总 则

## 1.1 适用范围

**1.1.1** 本导则适用于辽宁省内一般建筑与市政工程冬期施工，为冬期施工提出应遵循的基本原则与依据。

## 1.2 基本原则

**1.2.1** 建筑与市政工程冬期施工中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量、节能环保。

## 1.3 总体要求

**1.3.1** 冬期施工的工程项目应编制专项方案；对有不能适应冬期施工要求的问题应及时与相关单位研究解决。

**1.3.2** 未进入冬期施工前，突遇寒流侵袭气温降至0℃以下时，应按照冬期施工要求采取应急防护措施。

**1.3.3** 邻近冬期时，应及时收集气象信息，避免冬期施工措施不及时造成的损失。

**1.3.4** 除符合本导则外，尚应符合现行国家和地方有关法律法规和标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1 冬期施工**

当室外日平均气温连续5d稳定低于5℃即进入冬期施工，当室外日平均气温连续5d高于5℃即解除冬期施工。

**2.0.2 蓄热法**

混凝土浇筑后，利用原材料加热以及水泥水化放热，并采取适当保温措施延缓混凝土冷却，在混凝土温度降到0℃以前达到受冻临界强度的施工方法。

**2.0.3 综合蓄热法**

掺早强剂或早强型复合外加剂的混凝土浇筑后，利用原材料加热以及水泥水化放热，并采取适当保温措施延缓混凝土冷却，在混凝土温度降到0℃以前达到受冻临界强度的施工方法。

**2.0.4 暖棚法**

将混凝土构件或结构置于搭设的棚中，内部设置散热器、排管、电热器或火炉等加热棚内空气，使混凝土处于正温环境下养护的施工方法。

**2.0.5 电加热法**

冬期浇筑的混凝土利用电能进行加热养护的施工方法。

**2.0.6 电热毯法**

混凝土浇筑后，在混凝土表面或模板外覆盖柔性电热毯，通电加热养护混凝土的施工方法。

**2.0.7 电极加热法**

用钢筋作电极，利用电流通过混凝土所产生的热量对混凝土进行养护的施工方法。

**2.0.8 工频涡流法**

利用安装在钢模板外侧的钢管，内穿导线，通以交流电后产生涡流电，加热钢模板对混凝土进行加热养护的施工方法。

**2.0.9 线圈感应加热法**

利用缠绕在构件钢模板外侧的绝缘导线线圈，通以交流电后在钢模板和混凝土内的钢筋中产生电磁感应发热，对混凝土进行加热养护的施工方法。

**2.0.10 蒸汽养护**

以蒸汽为热介质使混凝土加速硬化的养护方法。

**2.0.11 负温养护法**

在混凝土中掺入防冻剂，使其在负温条件下能够不断硬化，在混凝土温度降到防冻剂规定温度前达到受冻临界强度的施工方法。

**2.0.12 受冻临界强度**

冬期浇筑的混凝土在受冻以前必须达到的最低强度。

**2.0.13 路堤**

路堤是指路基顶面高于原地面的填方路基。

**2.0.14 路堑**

指从原地面向下开挖而成的路基形式。

**2.0.15 半填半挖式路基**

道路横断面形式的一种，其横断面一部分为挖方，一部分为填方。常见于山区道路。

**2.0.16 湿接缝**

指混凝土梁体分块预制，现场拼装时，梁体间采用现浇混凝土把梁块连成整体的接缝。

**2.0.17 盖梁**

盖梁指的是为支承、分布和传递上部结构的荷载，在排架桩墩顶部设置的横梁。又称帽梁。在桥墩(台)或在排桩上设置钢筋混凝土或少筋混凝土的横梁。

**2.0.18 隧道二次衬砌**

在隧道工程初期支护内侧施作的模筑混凝土或钢筋混凝土衬砌，与初期支护及防水层共同组成复合式衬砌。

# 3 地基基础工程

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 冬期施工的地基基础工程，除应有建筑场地的工程地质勘察资料外，尚应根据需要提出地基土的主要冻土性能指标。

**3.1.2** 地基基础工程施工时，应对相应建筑物、构筑物施工控制坐标点的埋设进行防冻胀、融沉变位、施工振动采取相应措施，并定期复测校正。

**3.1.3** 基坑施工时，对邻近建筑物、构筑物地基土应采取防冻措施。

**3.1.4** 基础施工前应清除地基土上部冰雪，冬期进行土方开挖的同一建筑物基槽（坑）应同时进行，基底不得留有冻土层。

## 3.2 土方工程

**3.2.1** 土方工程施工前应做好准备工作，确定经济、合理的施工方案和切实可行的技术措施，土方开挖做到连续施工，运输道路及施工现场应采取安全防护措施。

**3.2.2** 土方工程施工时应根据现场条件选用满足现场施工的机械、设备进行施工。机械和设备加防冻液，防止受冻后影响施工。

**3.2.3** 土方开挖应符合下列规定：

（1）冻土开挖时应考虑冻土的厚度及现场条件，选用适宜方式（人工、机械或爆破等）开挖；

（2）在挖方上边弃置土方时，弃置土方应进行放坡，弃土堆坡脚到挖方边缘的距离应为常温下规定的距离加上弃土堆的高度；

（3）已开挖完成的基槽（坑），应采取基底防冻措施。

**3.2.4** 土方回填应符合下列规定：

（1）土方回填时，回填土方按照常温回填土分层回填量应减少20%及以上，增加土方预留沉陷量；

（2）回填施工前，应清除基槽（坑）底部上的冰雪、保温材料等；

（3）室外基槽（坑）或管沟可采用含有冻土块的土回填，冻土块粒径不得大于150mm，含量不得超过15%，且应均匀分布。管沟底以上500mm范围内不得用含有冻土块的土回填；

（4）室内基槽（坑）、土方、管沟回填时不得采用含有冻土块的土回填，施工应连续进行并应夯实；

（5）永久性挖、填方和排水沟的边坡加固修整，宜在解冻后进行。

## 3.3 地基处理

**3.3.1** 冬期地基处理应做试验段，施工技术参数应根据现场地质和气候条件经试验后确定，试验区域和地基处理区域应采取保温措施。

**3.3.2** 施工停歇期间，应对土体采取保温措施，防止土体冻结。

**3.3.3** 强夯施工时，回填时应严格控制回填土或其他材料的质量，不应含有夹杂的冻块，回填土提前准备充足。在局部冻结地基上强夯时，应提高强夯的动能参数。

**3.3.4** 水泥搅拌桩施工应控制水泥浆出机温度及喷浆温度。

**3.3.5** 水泥粉煤灰碎石桩施工时，混合料入孔温度不得低于5℃，应对桩头及桩间土采取保温覆盖等措施。

**3.3.6** 处理后的地基越冬维护，按《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104要求执行。

## 3.4 桩基础

**3.4.1** 冻土地基可采用干作业钻孔桩、挖孔灌注桩、沉管灌注桩、预制桩等施工。

**3.4.2** 桩基础施工时，当冻土层厚度超过500mm，冻土层宜采用钻孔机引孔，引孔直径不宜大于桩径20mm。

**3.4.3** 钻孔机的钻头宜选用锥形钻头并镶焊合金刀片。

**3.4.4** 振动沉管成孔拔管时，应立即清除管壁上的水泥浆及泥土。当不连续成孔作业施工时，应将桩管埋入桩孔进行保温。

**3.4.5** 预制桩采用焊接或机械连接进行接桩时，焊接及防腐要求应符合5.5节相关规定。

**3.4.6** 灌注桩混凝土浇筑应符合4.3节相关规定。

**3.4.7** 冻深范围内的和露出地面的桩身混凝土养护应符合4.3节相关规定。

**3.4.8** 冬期桩的现场试压工作，应采取措施消除试桩在冻结深度内冻结的基土对其承载力的影响。

**3.4.9** 桩基静荷载试验前，试验桩周围冻土应进行融化或挖除。

## 3.5 基坑支护

**3.5.1** 冬期宜选用排桩和土钉墙的基坑支护方法，不宜进行喷射混凝土施工。。

**3.5.2** 支护桩成孔后应立即浇筑混凝土，防止孔内温度下降影响桩身质量。

**3.5.3** 支护桩桩头、冠梁混凝土浇筑应采取保温措施。

**3.5.4** 锚杆宜采用螺旋钻杆作业法成孔。钻出的弃土及泥浆及时清理外运。

**3.5.5** 锚杆注浆的水泥浆配置可掺入适量的防冻剂。

**3.5.6** 土钉墙注浆施工时，保持浆液搅拌，防止冻结成块。

**3.5.7** 喷射混凝土坡面禁止喷水养护，并采取保温养护措施。

**3.5.8** 基坑降水时，应对降水井、管进行保温覆盖等措施，并设置专人进行保养、维修。冬期施工期间降水应连续运行。

# 4 钢筋混凝土工程

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 钢筋原材料、成品、作业面雨雪天气应进行覆盖。

**4.1.2** 钢筋、钢材焊接等应进行工艺试验，混凝土及外加剂应进行试配。

**4.1.3** 混凝土冬期施工应进行热工计算。

**4.1.4** 混凝土冬期施工应进行温度监测，监测项目及频率应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104有关规定。

## 4.2 钢筋工程

**4.2.1** 钢筋负温冷拉和冷弯应符合下列规定：

（1）冷拉钢筋应采用热轧钢筋加工制成，钢筋冷拉温度不宜低于-20℃，预应力钢筋张拉温度不宜低于-15℃；

（2）钢筋负温冷拉可采用控制应力法或控制冷拉率法。预应力筋宜采用控制应力法，不同炉批的热轧钢筋不宜采用控制冷拉率法；

（3）负温条件下采用控制应力法冷拉钢筋时，控制应力应较常温提高；

（4）负温条件下冷拉后的钢筋，应逐根进行外观质量检查，其表面不得有裂纹和局部颈缩；

（5）钢筋冷拉设备仪表和液压工作系统油液应根据环境温度选用，并应在使用温度条件下进行配套校验；

（6）环境温度低于-20℃时，不得对HRB335、HRB400、HRB500、CRB600H钢筋进行冷弯加工。

**4.2.2** 钢筋负温焊接应符合下列规定：

（1）钢筋负温焊接，可采用闪光对焊、电弧焊、气压焊及电渣压力焊等方法，焊接时宜在室内或临时钢筋棚内进行。若需室外焊接，环境温度不宜低于-20℃。雪天或超过3级风时，应有遮蔽挡风措施。焊后未冷却的接头，严禁碰到冰雪、水；

（2）采用细晶粒热轧钢筋，其焊接工艺应经试验确定。环境温度低于-20℃时，不宜进行施焊；

（3）热轧钢筋负温闪光对焊，宜采用预热闪光焊或闪光-预热-闪光焊工艺。钢筋端而比较平整时，宜采用预热闪光焊；端面不平整时，宜采用闪光-预热-闪光焊；

（4）负温闪光对焊工艺，应控制热影响区长度，热影响区长度随钢筋级别、直径的增加而适当增加。闪光过程开始前，可通过增加预热留量与预热次数相结合的方法，进行预热，将钢筋接触几次，使钢筋温度上升，以利于闪光过程顺利进行；

（5）钢筋负温电弧焊宜采取分层控温施焊，采取防止产生过热、烧伤、咬肉和裂缝等措施。热轧钢筋焊接的层间温度宜控制在150~350℃；

（6）钢筋多层施焊时，焊后可采用回火焊道施焊，其回火焊道的长度应比前一层焊道的两端缩短4mm~6mm；

（7）负温电渣压力焊，焊剂应保持干燥，受潮时，使用前应经250~300℃烘焙2h。焊接完毕，应停歇20s以上方可卸下夹具回收焊剂，渣壳宜延长5min后，再清理去渣。

**4.2.3** 钢筋负温机械连接应符合下列规定：

（1）负温下工作的混凝土构件中，钢筋负温机械连接接头应选用I级接头，且环境温度不低于-20℃，当环境温度低于-20℃时，应进行负温下工艺、参数专项试验，确认合格后才能大批量连接生产；

（2）施工环境温度低于-10℃时，带肋钢筋套筒挤压连接施工应对挤压机的挤压力进行专项标定；

（3）钢筋剥肋滚轧直螺纹套筒连接加工钢筋螺纹时，应采用水溶性切削冷却液，气温在0℃以下时，应使用掺入15%~20%的亚硝酸钠溶液，不应使用油性液体作为润滑液或不加润滑液。力矩扳手应根据气温情况进行修正。

## 4.3 混凝土工程

**4.3.1** 混凝土拌制应符合下列规定：

（1）施工混凝土的配制宜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。冬期混凝土采用铝模或爬模施工时，所用水泥强度尚应考虑施工期间实际环境温度测定其冻结时间；

（2）拌制混凝土所用骨料应清洁，不得含有冰、雪、冻块及其他易冻裂物质；掺加含有钾、钠离子的防冻剂混凝土，不得采用活性骨料或在骨料中混有此类物质的材料；

（3）非加热养护法混凝土施工，所选用的外加剂应含有引气剂组分或掺入引气剂，含气量宜控制在3.0%~5.0%；当日最低气温为0~-5℃，混凝土采用塑料薄膜和保温材料覆盖养护时，可采用早强剂或减水剂；日最低气温为-5℃~-10℃、-10℃~-15℃、-15℃~-20℃，采用塑料薄膜和保温材料覆盖养护时，宜分别选用规定温度为-5℃、-10℃、-15℃的防冻剂；

（4）混凝土矿物掺合料选用粉煤灰时，应选选用Ⅰ级粉煤灰或细度小于12%的超细粉煤灰；

（5）拌制掺用防冻剂的混凝土，粉状防冻剂可与水泥同时投入；液体防冻剂应先配制成规定浓度的溶液，再配制成施工溶液；

（6）混凝土原材料加热优先采用加热水的方法，当加热水仍不能满足混凝土温度要求时，再考虑加热骨料。原材料加热及混凝土搅拌应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104相关规定。

**4.3.2** 混凝土运输与浇筑应符合下列规定：

（1）混凝土在运输、浇筑过程中应进行覆盖保温，入模温度不应低于5℃；

（2）混凝土运输与输送机具应进行保温或具有加热装置，泵送混凝土在浇筑前应对泵管进行保温，并应采用与施工混凝土同配比砂浆进行预热；

（3）强冻胀性地基土上不得浇筑混凝土，弱冻胀性地基土上浇筑混凝土，应对地基进行保温以防止冻胀；

（4）浇筑前，宜采用热风机清除冰雪和对钢筋、模板进行预热；混凝土振捣应采用机械振捣，振捣应迅速；

（5）浇筑承受内力接头的混凝土（或砂浆），宜先将结合处的表面加热到正温；预应力混凝土构件在进行孔道和立缝的灌浆前，浇灌部位的混凝土须经预热；对于型钢混凝土组合结构，浇筑混凝土前应对型钢进行预热，预热温度宜大于混凝土的入模温度。

**4.3.3** 混凝土养护与拆除应符合下列规定：

（1）根据环境温度、结构特点混凝土养护可使用蓄热法、综合蓄热法、暖棚法、电加热法、蒸汽法、负温法等方法或多种方法结合使用；

（2）当室外最低温度不低于-15℃时，地面以下的工程，或表面系数不大于5m-1的结构，宜采用蓄热法养护。当室外最低温度不低于-15℃时，对于表面系数为5~15m-1的结构，宜采用综合蓄热法养护，维护层散热系数宜控制在50~200kJ/（m³·h·K）之间。采用蓄热法或综合蓄热法施工时，混凝土浇筑后应采用塑料布等防水材料对裸露表面覆盖并保温，对边、棱角部位的保温层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）暖棚法施工适用于地下结构工程和混凝土量比较集中的工程。采用暖棚法施工时，棚内各测点温度不得低于5℃，在离地面500mm高度处应设测温点，每昼夜测温不应少于4次；应设专人检测混凝土及棚内温度，并注意采取防止烟气中毒和防火措施；养护期间应测量棚内湿度，避免混凝土失水现象；

（4）电加热法常采用电热毯法，也可采用电极法、工频涡流法、线圈感应法。电热毯法养护时，模板周边的各区格应连续布置电热毯，中间各区格可间隔布置，并应与对面模板隔开，电热毯外侧应设置耐热保温材料；

（5）蒸汽法养护适用范围应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104相关规定。蒸汽养护宜采用矿渣或火山灰水泥，不得使用矾土水泥，掺有引气型的外加剂或氯盐的混凝土不宜用于蒸汽养护；地基土为不得受水浸时，不宜采用蒸汽加热；

（6）混凝土负温养护法适用于不易加热保温，且对强度增长要求不高的一般混凝土结构工程。采用负温养护法施工时，混凝土浇筑后，裸露表面应采取保湿措施，同时应根据需要采取必要的保温覆盖措施;

（7）混凝土强度达到受冻临界强度后，养护措施可拆除，受冻临界强度应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104相关规定。拆模时混凝土表面与环境温差大于20℃时，混凝土表面应及时覆盖，缓慢冷却到5℃后方可拆除;

（8）混凝土抗压强度试件的留置除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定进行外，尚应增设不少于2组同条件养护试件，分别用于检验混凝土受冻临界强度和转入常温养护28天的强度。

# 5 钢结构工程

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 钢结构冬期施工应编制专项方案。

**5.1.2** 参加焊接的电焊工应通过负温焊接工艺培训，焊接前在相应环境下的工艺评定试验应合格。

**5.1.3** 运输、堆存钢结构时，应采取防滑措施，构件堆放场地应平整坚实并无水坑，地面无结冰。

**5.1.4** 负温安装钢结构后应在当日完成调差，形成空间稳定系统，确保钢结构安装质量和结构安全。

## 5.2 材料要求

**5.2.1** 加工及安装的钢材宜采用Q355、Q390、Q420，并经冲击韧性试验合格，同时应符合国家现行标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591的规定。

**5.2.2** 高强螺栓、普通螺栓及焊接材料应附有质量证明文件并复试合格。

**5.2.3** 使用的焊条、焊剂需进行烘焙，受潮的焊条不应使用，焊条外露超过4h时，应重新烘焙。焊剂在使用前含水量不得大于0.1%。重复使用的时间间隔超过2h，应重新进行烘焙。

**5.2.4** 气瓶使用前，应检查瓶嘴是否冰冻堵塞。当瓶内气体压力低于1MPa时应停止使用。

**5.2.5** 基础锚栓施工时，不宜采用现场对焊连接。

**5.2.6** 钢结构涂料不得使用水基材料，且涂料应符合负温条件下涂刷的性能要求。

## 5.3 钢结构制作

**5.3.1** 放样时，应考虑温度影响；构件下料时，端部焊接位置应预留焊缝收缩量，多节柱位置应预留竖向的压缩变形量。

**5.3.2** 普通碳素结构钢环境温度低于-20℃、低合金钢环境温度低于-15℃时不得剪切、冲孔，普通碳素结构钢环境温度低于-16℃、低合金结构钢环境温度低于-12℃时不得进行冷矫正和冷弯曲。当环境温度低于-30℃时，不宜进行现场火焰切割作业。

**5.3.3** 碳素结构钢和低合金结构钢在加热矫正时，加热温度不应超过 900℃。低合金结构钢在加热矫正后应自然冷却。

**5.3.4** 零件采用热加工成型时，加热温度应控制在 900～1000℃；碳素结构钢和低合金结构钢在温度分别下降到 700℃和 800℃之前结束加工；低合金结构钢应自然冷却。

**5.3.5** 构件应由里往外扩展组拼。零件组装应将接缝两侧50mm范围内杂物等清理干净，并保待干燥。

**5.3.6** 成孔工艺应选用钻成孔或先冲后扩钻孔。

## 5.4 钢结构安装

**5.4.1** 钢结构吊装所选用的机械设备应满足负温条件下的使用规定，使用前应组织专人进行全面检查，5级及以上大风、雨、雪天气应停止吊装。

**5.4.2** 钢结构安装时，应控制屋面、楼面、平台的施工荷载和冰雪荷载，严禁超过梁、桁架、楼面板、屋面板、平台铺板等的承载能力。

**5.4.3** 构件上有积雪、结冰、结露时，安装前应清除干净，不得损伤涂层。

**5.4.4** 钢结构安装临时固定时，宜采用螺栓连接形式；采用焊接连接时，应在安装完毕后及时清理焊缝。

**5.4.5** 构件变形影响安装质量时，应在地面进行矫正，符合要求后起吊安装。

**5.4.6** 起重吊装钢索与构件直接接触时，应加防滑措施。直接使用吊耳、吊环起吊构件时应检查连接焊缝有无损伤。

**5.4.7** 构件安装应按照规定的顺序图进行安装。平面上宜从的中心逐步向四周扩展安装，立面上宜从下部逐步向上部安装。

**5.4.8** 安装钢柱、钢梁等大构件时应立即进行校正，并永久固定。

**5.4.9** 安装偏差的检测，应在结构形成空间刚度单元并连接固定后进行。钢结构主体结构的整体垂直度和整体平面弯曲的允许偏差应对主要立面全部检查。

## 5.5 钢结构焊接

**5.5.1** 在室外焊接，环境温度低于-10℃时，应在焊接区域采取保温措施，环境温度低于-30℃时，宜搭设临时防护棚。

**5.5.2** 焊件表面潮湿或有冰雪覆盖时，应加热去湿除潮。

**5.5.3** 宜缩小焊接单元，焊接总拼时，应从中间向两边或四周。单元块体焊接时，宜先焊下弦，然后焊腹杆及上弦。

**5.5.4** 环境温度低于0℃时，焊前应对焊缝进行预热，预热区域应在焊接坡口两侧，必要时采用伴随预热的方法，确保预热温度和层间温度。预热范围为焊缝各侧面的1.5倍的板材厚度，且不小于100mm。焊接过程中母材温度不低于20℃。

**5.5.5** 厚度9mm及以上的钢板应由下往上逐层堆焊。当焊接中断，再次施焊前，应先清除焊接缺陷，合格后方可继续施焊，且再次预热温度应高于初期预热温度。

**5.5.6** 厚钢板组成的钢构件在焊接完成后，立即进行后热处理。应加热到150～300℃，保持1～2h，范围为焊缝两侧板厚的2～3倍。后热处理完后，要采取石棉布、石棉灰等保温措施，使焊缝缓慢冷却，冷却速度不应大于10℃/min。

**5.5.7** 焊接加固采用镇静钢板的厚度不大于30mm时，环境空气温度要求不应低于-15℃；镇静钢板厚度超过30mm时，温度不应低于0℃；当施焊材料为沸腾钢板，环境空气温度应高于5℃。

**5.5.8** 环境温度低于0℃时，栓钉采用电弧焊焊接应进行预热，栓钉打弯试验的数量应增加1%。

**5.5.9** 超声波探伤耦合剂应采用环保防冻型。等强接头和要求焊透的焊缝应全数进行超声波或射线探伤检查，其余焊缝可按30%~50%进行检查。

## 5.6 钢结构涂装

**5.6.1** 涂装前应进行涂刷工艺试验且试验合格，构件表面的冰雪、杂物、飞边、毛刺等应清除干净，并保持构件表面干燥。涂装后可用热风、红外线照射进行快速干燥。干燥温度和时间由试验确定。

**5.6.2** 室内防腐涂装作业时，应有通风措施。露天作业时，雨、雪、大风天气或构件上有薄冰时不得进行涂刷工作。

# 6 砌体工程

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 砌体工程宜选用外加剂法施工，对绝缘、装饰等有特殊要求工程，应采用其他方法。

**6.1.2** 加气混凝土砌块承重墙体及围护外墙不宜进行冬期施工。

**6.1.3** 施工日志中应记录大气温度、暖棚内温度、砌筑时砂浆温度、外加剂掺量等有关资料。

**6.1.4** 砂浆试块的留置，除应按常温规定要求外，尚应增设不少于两组同条件养护的试块，用于检验各龄期强度和转入常温28d的砂浆强度。

## 6.2 材料要求

**6.2.1** 砖、砌块应有良好的吸水率，防止砌体和砂浆面产生冰层而影响砌体强度。遇水后超过规定吸水率的砖、砌块应经过干燥方可使用。

**6.2.2** 砖、砌块在砌筑前，应清除表面污物、冰雪等，不得使用遭水浸和受冻后表面结冰、污染的砖或砌块。

**6.2.3** 砌筑砂浆宜采用普通硅酸盐水泥配制。

**6.2.4** 现场拌制砂浆所用的砂，不得含有直径大于10mm的冻结块或冰块。

**6.2.5** 砂浆拌合水温不宜超过80℃，砂加热温度不宜超过40℃，且水泥不得与80℃以上热水直接接触。

**6.2.6** 砂浆稠度宜较常温适当增大，且不得二次加水调整砂浆和易性。

**6.2.7** 石灰膏、粘土膏或电石膏应采取保温防冻措施，当遭冻结时，融化后检验其各项指标合格后方可使用。

**6.2.8** 根据建筑功能、适用范围不同选择适合的早强剂、防冻剂，常用的防冻剂有氯化钙、氯化钠、亚硝酸钠等，可单一掺入或复合掺入。

## 6.3 砌筑施工

**6.3.1** 采用外加剂法砌筑施工时，应满足如下要求：

（1）采用外加剂法配制砂浆时，可采用氯盐或亚硝酸盐等外加剂。氯盐应以氯化钠为主，复合使用;

（2）当设计无要求，且最低气温等于或低于-15℃时，砌体砂浆强度等级应较常温施工提高一级;

（3）采用氯盐砂浆时，应对砌体中配置的钢筋及钢预埋件进行防腐处理;

（4）砌体采用氯盐砂浆施工，每日砌筑高度不宜超过1.2m，墙体预留的洞口，距交接墙处不应小于500mm;

（5）砌筑间歇期间，应及时在砌筑表面进行覆盖，砌筑表面不得留有砂浆。继续砌筑前，应将砌体表面清理干净;

（6）混凝土圈梁、构造柱施工完成后应进行保温覆盖养护。

**6.3.2** 采用暖棚法砌筑施工时，应满足如下要求：

（1）适用于地下工程、基础工程以及工期紧迫的砌体结构;

（2）暖棚法施工时，暖棚内的最低温度不应低于5℃，块体和砂浆在砌筑时的温度不应低于5℃;

（3）砌体在暖棚内的养护时间应根据暖棚内的温度确定，应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104相关规定。

# 7 装饰工程

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 装饰材料性能指标应进行复验，包括寒冷地区石材的耐冻融性，寒冷地区外墙陶瓷面砖的抗冻性。

**7.1.2** 室外建筑装饰装修工程施工不得在雨、雪或五级及以上大风天气下进行。施工前，应采取挡风措施。

**7.1.3** 装饰装修施工前，应将墙体基层表面的冰、雪、霜等清理干净。

**7.1.4** 室内装饰装修工程施工的环境条件应满足施工工艺的要求，施工环境温度低于5℃时，应采取保证工程质量的有效措施。

**7.1.5** 室内装饰施工可采用建筑物正式热源、临时性管道或火炉、电气取暖。采用火炉取暖时，应采取预防煤气中毒的措施。

**7.1.6** 墙体或吊顶内的管线可能产生冰冻或结露时，应采取防冻或防结露措施。

## 7.2 抹灰工程

**7.2.1** 室内抹灰的环境温度不应低于5℃。抹灰前，应将门口和窗口、外墙脚手眼或孔洞等进行封堵，施工洞口、运料口及楼梯间等处应封闭保温。

**7.2.2** 室内抹灰前，宜完成屋面防水层、保温层及室内封闭保温层。

**7.2.3** 含氯盐的防冻剂不宜用于有高压电源部位和有油漆墙面的水泥砂浆基层内。

**7.2.4** 砂浆防冻剂的掺量应根据温度与产品说明书的规定经试验确定。

**7.2.5** 施工要求分层抹灰时，底层灰不得受冻。抹灰砂浆在硬化初期应采取防止受冻的保温措施。

**7.2.6** 室内抹灰及粘贴面砖所用砂浆应采取保温、防冻措施。

**7.2.7** 外墙抹灰后需进行涂料施工时，抹灰砂浆内所掺的防冻剂品种应与所选用的涂料材质相匹配，具有良好的相容性。

## 7.3 饰面工程

**7.3.1** 饰面板、幕墙施工应根据气温条件选择材料及安装节点，宜采用机械连接中螺栓固定的干作业法施工。

**7.3.2** 化学锚栓宜在日最低温度-5℃以上施工。

**7.3.3** 耐候胶注胶环境温度不应低于5℃。

**7.3.4** 幕墙钢骨架在负温度下安装时，应注意温度变化引起的钢结构外形尺寸的偏差，并采取适当措施调整偏差。

**7.3.5** 釉面砖及外墙面砖宜采用聚合物砂浆粘接。

**7.3.6** 外墙饰面板、饰面砖以及马赛克饰面工程采用湿贴法作业时，不宜进行冬期施工。

## 7.4 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程

**7.4.****1** 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程应在采暖条件下进行施工。需要在室外施工时，环境温度不应低于5℃。

**7.4.2** 室外喷、涂、刷油漆、高级涂料时应保持施工均衡。粉浆类料浆宜采用热水配制，随用随配并应将料浆保温，料浆使用温度宜保持15℃左右。

**7.4.3** 裱糊工程施工时，混凝土或抹灰基层含水率不应大于8%。当室内施工温度高于20℃且相对湿度大于80%时，应开窗换气，防止壁纸褶皱起泡。

**7.4.4** 外墙铝合金、塑料框、大扇玻璃不宜在冬期安装。

# 8 保温及防水工程

## 8.1 一般规定

**8.1.1** 保温工程、防水工程不得在雨、雪、五级及以上大风天气或基层潮湿、结冰、霜冻条件下进行。

**8.1.2** 保温、防水材料及胶粘剂进场后应存放于暖棚内，棚内应通风、干燥，保温、防水材料及胶粘剂严禁接近火源和热源。

## 8.2 保温工程

**8.2.1** 外墙保温材料宜采用满足防火性能要求的EPS板、XPS板、岩棉板等，屋面保温材料不得含有冰雪等杂质。

**8.2.2** 外墙外保温工程施工期间以及完工后24h内，基层及环境空气温度不应低于5℃。

**8.2.3** 施工前应确保基层干燥、无积水、无结冰及霜冻，满足要求后方可施工。

**8.2.4** 当采用有机胶粘剂粘结保温板时，施工温度不得低于-10℃，采用无机胶粘剂粘结保温板时，不得低于5℃。

**8.2.5** EPS板、XPS板与基层墙体的有效粘贴面积不得小于保温板面积的50%，并宜使用锚栓辅助固定。拌合完毕的胶粘剂和聚合物抹面胶浆每隔15min搅拌一次，1h内使用完毕。EPS板、XPS板内外表面应预先在暖棚内喷刷界面砂浆。外抹面层施工的抹面抗裂砂浆中可掺入非氯盐类砂浆防冻剂，防冻剂掺量应通过试验确定。

**8.2.6** 岩棉板与基层墙面的有效粘接面积不得小于保温板面积的50%，应以机械锚固为主，粘贴为辅；基层墙面因冻害、析盐、侵蚀等产生的损坏、孔洞应用聚合物砂浆修复；当天施工完成的岩棉板应完成面层施工，若施工过程中突遇雨、雪，应立即停止施工并对已施工完成部位进行覆盖保护，避免雨雪浸蚀而吸水受潮。同时应符合《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480相关要求。

**8.2.7** 冬期受负风压作用较大的部位宜增加锚栓固定。

**8.2.8** 胶粘剂和聚合物抹面胶浆拌合温度应高于5℃，聚合物抹面胶浆应采用热水拌合，水温不宜过高。

**8.2.9** 抹面层厚度应均匀，钢丝网应完全包裹于抹面层中；分层抹灰时，底层灰不得受冻，抹灰砂浆在硬化初期应采取保温措施。

**8.2.10** 屋面干铺的保温层可在负温下施工；采用沥青胶结的保温层应在气温不低于-10℃时施工；采用水泥、石灰或其他胶结料胶结的保温层不应低于5℃时施工。当气温低于要求时，应采取保温、防冻措施。

## 8.3 防水工程

**8.3.1** 防水基层应干燥、平整、无积水、无霜冻，且不得有起砂、起皮现象。

**8.3.2** 基层处理剂宜使用挥发快的溶剂，涂刷后应干燥10h以后，并应及时铺贴。

**8.3.3** 高聚物改性沥青防水卷材宜使用热熔满粘法施工，且环境温度不应低于-10℃。

**8.3.4** 合成高分子防水卷材施工宜采用冷粘法，且环境温度不得低于5℃。

**8.3.5** 胶粘剂应采用密封桶包装，储存在通风良好的室内，不得接近火源和热源。

**8.3.6** 卷材搭接缝的边缘以及末端收头部位应以密封材料嵌缝处理，必要时也可在经过密封处理的末端接头处再用掺防冻剂的水泥砂浆压缝处理。

**8.3.7** 热熔法、冷粘法施工应符合《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104相关规定。

**8.3.8** 涂膜防水施工应选用溶剂型合成高分子防水涂料，施工温度不得低于-5℃。

**8.3.9** 隔气层可采用气密性好的单层卷材或防水涂料。采用卷材时，可采用花铺法施工；采用防水涂料时，宜选用溶剂型涂料。隔气层施工的温度不应低于-5℃。

# 9 预制构件安装工程

## 9.1 预制构件的运输及堆放

**9.1.1** 混凝土构件在运输和堆放前，应将车辆、构件、垫木及堆放场地的积雪、结冰清除干净，场地应平整、坚实。

**9.1.2** 构件运输时，当设计无明确要求，混凝土强度不得小于设计混凝土强度设计值的75%。构件在运输车上的支点设置应按设计要求确定。对于重叠运输的构件，应与运输车固定牢固并防止滑移，支点位置上下对齐。立放的构件应采用刚度大的运输架固定。

**9.1.3** 混凝土构件在冻胀性土壤的自然地面上或冻结前回填土地面上堆放时，应符合下列规定：

（1）每个构件在满足刚度、承载力条件下，应尽量减少支承点数量；

（2）对于大型板、槽板及空心板等板类构件，两端的支点应选用长度大于板宽的垫木；对于剪力墙等竖向构件，应立放在刚度大的固定架上；

（3）当构件重叠堆放时间长，宜减少重叠层数，底层构件支垫与地面接触面积应适当加大。

## 9.2 预制构件的吊装

**9.2.1** 吊车行走的场地应平整，并应采取防滑措施。起吊的支撑点地基应坚实。

**9.2.2** 构件吊装时，应先检查吊车的机械性能，进行试吊。

**9.2.3** 多层框架结构的吊装，接头混凝土强度未达到设计要求前，应加设缆风绳等防止整体倾斜的措施。

**9.2.4** 使用滑行法起吊的构件，应采取控制定向滑行，防止偏离滑行方向的措施。

## 9.3 预制构件的连接和校正

**9.3.1** 水平构件接头釆用现浇混凝土连接时，应符合下列规定：

（1）接头部位的积雪、冰霜等应清除干净；

（2）承受内力接头的混凝土，当设计无要求时，其受冻临界强度不应低于强度设计值的的70%；

（3）接头处钢筋的焊接应符合4.2节相关规定；

（4）接头处混凝土的养护应符合4.3节相关规定。

**9.3.2** 竖向构件连接宜采用低温型套筒灌浆料，施工及养护过程中24h内灌浆部位所处的环境温度不应低于-5℃，灌浆完成后及时用双层保温棉被包裹密实。

**9.3.3** 混凝土柱、屋架及框架冬期安装，在阳光照射下校正时，应计入温差的影响。各固定支撑校正后，应立即固定。

# 10 道路工程

## 10.1 一般规定

**10.1.1**应根据季节特点和施工段的地质地形条件，制定专项施工方案。

**10.1.2**施工前应做好准备工作，并保证连续施工。施工现场的道路要保持畅通，运输车辆及行驶道路均应增设防滑措施。

## 10.2 材料要求

**10.2.1**道路修建材料储存应采用保温措施，骨料中不应混有冰雪及冻块。

**10.2.2** 沥青贯入式路面各层分次沥青用量应根据施工气温选用。

**10.2.3** 冷补沥青混合料应有良好的低温操作和易性。用于冬季寒冷季节补坑的混合料，应在松散状态下经-10℃的冰箱保持24h无明显的凝聚结块现象。

**10.2.4** 冬期施工宜选用细型密级配沥青混合料(AC-F 型)，并取较低的设计空隙率。

## 10.3 路基工程

**10.3.1** 季节性冻土地区，日平均气温在-3℃以下且连续10d以上，或者日平均气温虽在-3℃以上但冻土没有完全融化时，应按冬期施工要求采取相关措施。

**10.3.2** 快速路、主干路土质路堤和地质不良地区的路堤不宜进行冬期施工。土质路堤路床以下1m范围内，不宜进行冬期施工。半填半挖地段、填挖交界处不宜在冬期施工。

**10.3.3** 路基基底冻结前应完成表层清理，挖好台阶，并应采取保温措施防止冻结。

**10.3.4** 对需要换填地段或坑洼处需补土的路基基底，应选用适宜的填料回填，并及时整平压实。

**10.3.5** 路基施工时，应及时排干雨雪水及路堑开挖时出现的地下水。

**10.3.6** 路基填筑前应将基底范围内的积雪和冰块清除干净；

**10.3.7** 填方路堤填料应选用未冻结的砂类土、卵石土、碎石、石渣等透水性好的材料，不应用含水率大的黏质土。

**10.3.8** 填筑路基应按横断面全宽平填，每层松铺厚度应比正常施工减少20%-30%，且松铺厚度不得超过300mm，当天填土应当天完成碾压。

**10.3.9** 路基中途停止填筑时，应整平填层和边坡并进行覆盖防冻，恢复施工时应将表面冰雪清除，并补充压实。

**10.3.10** 当填筑高程距路床底面1m时，碾压密实后应停止填筑，在顶面覆盖防冻保温层，待冬期过后整理复压，再分层填至设计高程。

**10.3.11** 路堑边坡不应一次挖到设计线，应预留一定厚度的覆盖层，待解除冬期施工后再修整到设计坡面。

**10.3.12** 路堑挖至路床顶面以上1m时，完成临时排水沟后，应停止开挖，待解除冬期施工后再施工。

**10.3.13** 沥青路面基层应喷洒透层油，沥青层应在透层油完全渗透入基层后方可铺筑。基层上设置下封层时，透层油不宜省略。大风、即将降雨或气温低于10℃时不得喷洒透层油。

## 10.4 路面工程

**10.4.1** 沥青路面不应在气温低于10℃（快速路和主干路）或5℃（其它等级市政路），以及雨天、路面潮湿的情况下施工。

**10.4.2** 面层摊铺前基层应满足要求，各项质量指标检验合格，基层应采取保温、防潮措施，确保表面干燥、无结冻。

**10.4.3** 热拌沥青混合料的出厂、运输及施工温度应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的规定。

**10.4.4** 沥青混凝土摊铺应保证沥青面层整幅摊铺一次成型，减少接缝。

**10.4.5** 分幅施工应提前修整纵缝和横向施工缝，并刷热沥青改善接缝质量。

**10.4.6** 宜采用性能稳定和能够碾压高密实度路面的摊铺机，摊铺前对熨平板预热，预热温度应大于100℃。摊铺过程必须自始自终保持连续摊铺作业。

**10.4.7** 沥青混凝土碾压时，应增加压路机的台数。碾压紧追摊铺，随摊随压，避免混合料摊铺后的温度损失。

# 11 桥梁工程

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 桥梁混凝土及桥梁钢结构除应符合本章的规定外，尚应符合本导则第4章和第5章的相关规定。

## 11.2 材料要求

**11.2.1** 原材料储存采用封闭覆盖的形式进行保温，骨料中不应混有冰雪、冻块及易被冻碎的矿物质。

**11.2.2** 宜将外加剂罐移至室内，环境温度不满足要求时，宜对外加剂罐用保温棉絮进行覆盖，必要时在外加剂罐周围采用煤炉升温。

**11.2.3** 钢筋原材料堆码应采用方木支垫，使用前钢筋表面应清理干净，暂不使用的钢筋用篷布遮盖严实，避免积雪结冰。

## 11.3 桥梁钢筋混凝土结构

**11.3.1** 冬季在室外施工，环境温度低于-5℃时，应在焊接区域设置防护棚。

**11.3.2** 焊前应对焊缝进行预热，预热区域应在焊接坡口两侧。

**11.3.3** 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。

**11.3.4** 冷拉钢筋时环境温度不宜低于-15℃，当采取可靠的安全措施时可不低于-20℃。

**11.3.5** 张拉预应力筋时环境温度不得低于-15℃。

**11.3.6** 钢筋冷拉设备、预应力张拉设备以及仪表工作油液，应根据实际使用时的环境温度选用，并应在使用时的环境温度条件下进行配套校验。

**11.3.7** 钢筋绑扎前，首先要清扫模板上、模板内的积雪，然后再绑扎钢筋。

**11.3.8** 混凝土配制和搅拌应符合以下规定：

（1）配制混凝土时，宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；采用蒸汽养护时，宜选用矿渣硅酸盐水泥；采用加热法养护掺加外加剂的混凝土时，严禁使用高铝水泥；使用其他品种的水泥时，应考虑其掺合材料对混凝土强度、抗冻、抗渗等性能的影响；

（2）当有抗冻性要求时，混凝土的配制应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的规定；

（3）搅拌设备宜设在气温不低于10℃的厂房或暖棚内。拌制混凝土前及停止拌制后，应采用热水冲洗搅拌机的拌盘或鼓筒；

（4）各种材料需要加热的温度应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的规定；

（5）混凝土搅拌时，应严格控制混凝土的配合比和坍落度，集料不得带有冰雪和冻结团块。加料顺序应先为集料、水，稍加搅拌后再加入水泥，且搅拌时间应比常温时延长50％。混凝土拌合物的出机温度不宜低于10℃，确保混凝土入模温度5℃以上。

**11.3.9** 混凝土运输和浇筑应符合以下规定：

（1）混凝土运输应最大限度的缩短时间，运输混凝土的容器应有保温措施；

（2）浇筑完成后开始养护时的温度，采用蓄热法养护时不应低于10℃，采用蒸汽法养护时不应低于5℃，细薄结构不应低于8℃；

（3）在浇筑混凝土时，应在新混凝土浇筑前对接合面加热，其温度应保持在5℃以上；

（4）浇筑完成后，应采取措施使混凝土接合面继续保持正温，直至新浇混凝土达到规定的抗冻强度；

（5）浇筑预应力混凝土构件的湿接缝时，应适当降低水胶比。浇筑完成后应加热或连续保温养护，直至接缝混凝土或水泥砂浆抗压强度达到设计强度的75％；

（6）应采取有效措施，防止水进入结构或梁板的孔道内产生冻胀；

（7）预应力混凝土的孔道压浆应在正温下进行。压浆过程中及压浆后48小时内，结构混凝土的温度不得低于5℃。否则应采取保温措施。

**11.3.10** 混凝土的拆模及养护应符合以下规定：

（1）采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制的混凝土，抗压强度达到设计强度的40％以前；采用矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，抗压强度达到设计强度的50％以前，不得受冻；

（2）混凝土的养护时间宜较常温下的养护时间延长3-5d；

（3）混凝土宜选用蓄热法、蒸汽加热、暖棚加热等方法养护；

（4）蓄热法养护的混凝土应采用较小的水胶比，养护过程中应采取加速混凝土硬化和降低混凝土冻结温度的措施。对容易冷却的结构部位，应特别加强保温，且不应往混凝土和覆盖物上洒水。蓄热法养护适用于容易覆盖的部位，如桥梁的承台、墩台身等；

（5）采用蒸汽加热法养护混凝土时，混凝土的升、降温速度应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650的规定；

（6）暖棚加热法养护主要适用于桥梁的桥台、桥墩及盖梁等，暖棚搭设符合第4章规定；

（7）对掺用防冻剂的混凝土，其养护时，在负温条件下严禁洒水，外露表面应采用塑料薄膜及保温材料双层覆盖养护。养护温度不得低于抗冻剂规定的温度，当达不到规定温度时，应采取加热保温措施；

（8）对掺用防冻剂的混凝土，拆模后混凝土的表面温度与环境温度差大于15℃时，应对混凝土表面采取覆盖保温措施；

（9）桥面沥青防水层不宜在低温下施工。伸缩装置应按设计要求且在适宜的温度范围内安装；气温在5℃以下时，不宜进行橡胶伸缩装置的安装施工。

## 11.4 桥梁钢结构

**11.4.1** 钢结构在负温下放样时，其切割、刨铣的尺寸，应考虑钢材在0℃以下收缩的影响。

**11.4.2** 构件的组装应按照工艺的规定进行，由里向外扩展组拼。负温下焊接结构组拼时，预留焊缝收缩值。

**11.4.3** 构件制作、运输、装卸、堆放过程中产生的变形、损伤等缺陷应在地面修理。矫正符合规范和设计要求后方可起吊安装。

**11.4.4** 构件吊装前应清理场地及构件上的冰、雪。

**11.4.5** 构件涂层损伤应在吊装前进行补涂。

**11.4.6** 负温下安装使用的机具、设备使用前应进行调试，必要时在低温下要试运转，发现问题及时修整。对特殊要求的高强螺栓、扳手、超声波探伤仪、测温计等，应在低温下进行调试和标定。

**11.4.7** 负温下安装用的吊环应用韧性好的钢材制作，防止低温脆断。

**11.4.8** 用捆绑法起吊钢构件时，应增设防滑隔垫，防止吊索打滑。

**11.4.9** 中厚板、厚钢板、厚钢管负温下焊接时应预热。

**11.4.10** 高强螺栓接头安装时，构件的磨擦面应干净，不得有积雪、结冰，不得雨淋、接触泥土、油污等脏物。

**11.4.11** 栓钉焊接前，应根据负温度值的大小，对焊接电流、焊接时间参数进行测定，保证栓钉负温度下的焊接质量。

# 12 隧道工程

## 12.1 一般规定

**12.1.1** 隧道开挖应根据围岩级别、冻土含冰量确定开挖方法，应严格控制爆破振动和开挖进尺。

**12.1.2** 隧道洞口宜在冬期或冻土地下冰未融化前进行开挖，开挖形成的边坡及仰坡应采取防晒或隔热措施。

**12.1.3** 喷射混凝土、模筑混凝土衬砌施工时应采取措施保证混凝土浇筑时所需温度条件。

**12.1.4** 隧道施工应配备适应低温条件下能正常工作的施工机具，配备满足施工要求的加温材料和保温器材。

## 12.2 隧道开挖

**12.2.1** 在保证冻土稳定或减少冻土融化前提下，应开展隧道专项施工方案设计，并采用适宜的开挖方法，应与支护条件相适应。

**12.2.2** 隧道施工宜根据围岩情况应尽可能采用机械开挖，当机械开挖无法施工时，可采用爆破开挖。

**12.2.3** 隧道爆破宜采用光面爆破，施工中应提高钻眼效率和爆破效果，降低工料消耗。

**12.2.4** 施工前应采用超前地质预报和地质分析法等手段综合确定隧道前方地质类型、分布情况、围岩级别，初步预测施工过程中可能出现的地质灾害情况，为隧道施工制定合理有效的开挖方案。

**12.2.5** 隧道开挖方案宜优先选取侧壁导坑法、三台阶留核心土法、上下台阶法等，应根据地质情况、施工环境、开挖断面等综合比选。

## 12.3 湿喷水泥混凝土施工

**12.3.1** 湿喷水泥混凝土应采取保温措施，喷射作业区的气温应不低于5℃。不应在结冰的岩土面上进行喷射作业。

**12.3.2** 施工前应进行试喷，混凝土性能合格后进行喷射作业。

**12.3.3** 湿喷混凝土机械设备应密封性能良好，输料连续均匀，宜采用车载式湿喷机，应配备增压型发动机，且能提供稳定风压，密封件采用耐低温、耐辐射的高品质橡胶件。

**12.3.4** 混凝土拌和应严格控制材料用量，采用搅拌运输车运送，运送时间应不超过2h，运送中不应产生离析或初凝现象。

**12.3.5** 喷射作业前应进行技术交底，作业区应具有良好的通风和足够的照明装置。

**12.3.6** 喷射作业前应对机械设备、风、水管路、输料管路和电缆线路等进行全面检查及试运转，拆除作业面障碍物，清除开挖面的浮石、泥浆、回弹物及岩渣堆积物等。

**12.3.7** 喷射作业应分段分片进行，喷射顺序由下而上，拱部喷射混凝土应对称作业。

**12.3.8** 喷射过程中应对喷射体中的分层、蜂窝、疏松、空隙或砂囊等进行处理。

**12.3.9** 喷射混凝土养护时，当施工现场昼夜平均气温连续3d稳定低于5℃或最低气温低于-3℃时，混凝土应采取冬期防冻措施，养护期不少于7d。

## 12.4 二次衬砌混凝土施工

**12.4.1** 混凝土施工应满足以下要求：

（1）混凝土的配合比、原材料的计量、拌和、运输、养生和沉降缝、施工缝的处理，符合设计要求；

（2）混凝土浇筑应采用输送泵送料入模、均匀布料，入模温度宜为5℃~32℃，拱、墙混凝土应一次性连续浇筑，且振捣密实，无孔洞、蜂窝麻面现象；

（3）混凝土应按规定取样试验，结果应符合设计要求。

**12.4.2** 混凝土输送泵、输送管道、搅拌运输车均应采取保温措施；搭设保温停车棚供运输车停车待料时保温。

**12.4.3** 二次衬砌施工宜采用整体移动式模板台车，具有整体调节升降的液压装置，边墙模板设置可伸缩的液压调节装置或螺杆调节的支撑装置，满足边墙与边墙脚一次浇筑的要求。

**12.4.4** 根据施工进度及操作合理性要求，设计模板台车的长度，台车应具有足够的强度、刚度和稳定性。

**12.4.5** 根据隧道中线、标高及断面尺寸，测量确定衬砌的立模位置，并放线定位，确保衬砌不侵入建筑限界，放线定位时应计入预留沉降量，并考虑曲线段加宽。

**12.4.6** 根据隧道中线和水平线进行测量，检查初期支护断面是否符合设计要求，欠挖部分按规范要求凿除，并作好断面检查记录。

**12.4.7** 二次衬砌钢筋安装前，应进行环向和纵向盲管完整性及连接性检测，确保排水管道连接紧密，排水通畅。

**12.4.8** 板台车应根据放线位置就位，并检查位置、尺寸、方向、标高、坡度、稳定性等。

**12.4.9** 混凝土采用搅拌运输车运送，运送时间应不超过45min，运送中不应产生离析或初凝现象，环境温度低于5℃施工时，应做好搅拌车保温措施。

**12.4.10** 浇筑混凝土前，应检查防排水系统的完整性、可靠性；清除初期支护层或防水层表面的粉尘。

**12.4.11** 浇筑混凝土入模温度应不小于5℃，混凝土应对称、分层、连续浇筑，两侧同时或交替进行，混凝土表面超过拱顶时，泵送管道出口应埋设在混凝土内，保证拱顶所有空间均填满、密实。

**12.4.12** 混凝土养护时，当施工现场昼夜平均气温连续3d稳定低于5℃或最低气温低于-3℃时，浇筑的混凝土应采取冬期防冻措施。

## 12.5 施工机械配套技术

**12.5.1** 冬季施工时隧道施工机械配套应遵循以下原则：

（1）多选用电动设备和风动设备，少用内燃设备；

（2）选用大型设备，少用小型设备；

（3）选用增压设备，少用非增压设备；

（4）选用先进掘进设备，少用常规钻孔设备。

**12.5.2** 施工机械易损易耗件应采取超前预测、分类备料，机械设备应按时保养、及时维修，保证机械设备正常运转。

**12.5.3** 选用机械设备时应考虑冬季低温对机械功率和动力造成的损失，功率、动力损失比率可根据实测获得。

**12.5.4** 动力设备的选型，应选择低温启动性能好，同时在冬季低温环境里功率降损小，工作性能可靠的设备。

**12.5.5** 掘进机械可选用大功率机械设备，以提高工作效率、缩短工期、减少人员工作量。

**12.5.6** 混凝土喷射机械宜配备两台以上，喷射混凝土拌合机械、注浆泵和压浆泵等设备应满足喷混凝土需求。

**12.5.7** 装卸运输机械应做好发动力预热和保温、选用低凝点柴油、强化放电能力、加大进气量、增加发动力保养次数、改善启动时间、增加清洗次数等措施。

**12.5.8** 通风机械配套应保障隧道内人员呼吸需求，保证空气新鲜。

**12.5.9** 在冬季施工时，在洞口宜设置保温棚，或采用空气加热隧道通风机，保证隧道内空气温度。

# 13 越冬工程维护

## 13.1 一般规定

**13.1.1** 越冬维护工程应编制专项施工方案，方案包含维护周期、维护部位、维护措施、安全及应急措施及计算书。

**13.1.2** 维护措施应综合考虑项目形象进度、地质水文、当地气温及地基土的冻胀特征和最大冻胀深度、周边环境等因素。

**13.1.3** 越冬维护保温材料选用应就地取材，综合考虑安全性、施工便捷性、经济性等因素，保温层的厚度应由热工计算确定。

**13.1.4** 越冬维护期间应定期进行测温、测量并留存记录。

## 13.2 永久工程

**13.2.1** 地基及工程桩越冬维护，当项目不进行地上结构施工时，可预留冻土深度范围土体不开挖，待越冬维护解除后将上部土体挖出；当项目工期紧张亦可采用保温材料覆盖的方式进行维护。

**13.2.2** 筏板、垫层等混凝土结构可采用保温材料进行覆盖，保温材料厚度计算应考虑混凝土结构自身保温作用，覆盖范围应超出结构边缘外冻土深度。

**13.2.3** 独立基础、条形基础、地梁、设备基础等可采用保温材料进行覆盖，保温材料覆盖范围应超出结构边缘外冻土深度。

**13.2.4** 肥槽或地下室顶板应在冬期前回填至设计标高，当不具备回填条件时，可填充松土或采用保温材料覆盖槽底或顶板。

**13.2.5** 结构预留插筋、后浇带钢筋，应避免钢筋受到雨雪腐蚀，可采用刷水泥浆的方法对外漏钢筋进行越冬维护。

**13.3.6** 地下室后浇带、风井洞口及通往地下室楼梯口、坡道口等洞口应进行防护，可采用钢管、竹胶板及方木对其进行封闭维护，顶部或侧面采用保温材料压缝铺设。

**13.2.7** 供水、供热系统试水、试压后，不能立即投入使用时，在入冬前应将系统内的存、积水排净。

## 13.3 临时工程

**13.3.1** 支撑在基土上的雨篷、阳台等结构的临时支柱，入冬后不能拆除时，其支点应采取保温防冻胀措施。

**13.3.2** 外架应做专项检查，确保架体上（包括水平安全网上）的建筑垃圾、模板等材料应清理干净，安全网绑扎牢固，钢板网拧紧牢固。落地式脚手架应对架体底部覆盖保温材料，避免底部土壤受冻，造成架体变形。

**13.3.3** 施工机械应撤掉电源，门上锁并贴封条。塔吊、电梯基础底部如与土壤接触，顶部覆盖保温材料进行防护，防止冻胀。

**13.3.4** 钢筋、模板、木方等原材料及半成品防护应码放整齐，采用下垫上盖，覆盖严密，避免钢筋锈蚀，模板、木方、水泥等材料受潮。

**13.3.5** 临时用水如食堂、宿舍、办公区、厕所等冬季不使用时，入冬前应将系统内的残存积水排净，避免冻胀破坏管道。临时消防用水管道应采取保温措施包裹，可采用电伴热、岩棉等材料，确保冬维期间消防用水正常使用。

**13.3.6** 临时用电应由专职电工进行全面检修，所有生产用电及职工宿舍全部拉闸断电，可保留越冬维护人员办公、生活房间及现场照明用电，其二级配电箱及开关箱应上锁。施工用二级配电箱及开关箱均拆除，存放在库房内；未拆除的配电箱应进行防雨雪防护。

**13.3.7** 对于有沉降观测要求的建（构）筑物，应会同有关单位做沉降观测记录，维护期间不能停止。

# 14 附录

## 附录A 参考规范性文件名录

《建筑与市政地基基础通用规范》 GB55003

《组合结构通用规范》 GB55004

《木结构通用规范》 GB55005

《钢结构通用规范》 GB55006

《砌体结构通用规范》 GB55007

《混凝土结构通用规范》 GB55008

《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104

《土方与爆破工程施工及验收规范》 GB 50201

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB 50202

《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203

《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591

《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205

《木结构工程施工质量验收规范》 GB 50206

《屋面工程施工质量验收规范》 GB 50207

《地下防水工程施工质量验收规范》 GB 50208

《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB 50209

《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》 GB 50210

《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》 JGJ/T 480

《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40

《公路路基施工技术规范》 JTG/T 3610

《公路桥涵施工技术规范》 JTG/T 3650

《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》 JTG/T 3651

《公路隧道施工技术规范》 JTG/T 3660