

中华人民共和国行业标准

建筑工程冬期施工规程

Specification for Winter Construction
of Building Engineering

JGJ 104—97

1998 北京

筑资讯网
www.sinoaec.com

中华人民共和国行业标准

建筑工程冬期施工规程

**Specification for Winter Construction
of Building Engineering**

JGJ 104—97

主编单位：黑龙江省寒地建筑科学研究院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1998年6月1日

1998 北京

筑资讯网
www.sinoaec.com

关于发布行业标准《建筑工程 冬期施工规程》的通知

建标[1997]314号

各省、自治区、直辖市建委(建设厅),各计划单列市建委,国务院有关部门:

根据建设部(90)建标字 407 号文的要求,由黑龙江省寒地建筑科学研究院主编的《建筑工程冬期施工规程》,业经审查,现批准为行业标准,编号 JGJ104—97,自 1998 年 6 月 1 日起施行。

本规程由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口管理,由黑龙江省寒地建筑科学研究院负责具体解释等工作。

本规程由建设部标准定额研究所组织出版。

中华人民共和国建设部

1997 年 11 月 19 日

目 次

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语 | 2 |
| 3 | 土方工程 | 5 |
| 3.1 | 一般规定 | 5 |
| 3.2 | 土壤的防冻与保温 | 5 |
| 3.3 | 冻土的融化 | 6 |
| 3.4 | 冻土的挖掘 | 7 |
| 3.5 | 土方回填 | 8 |
| 4 | 地基与基础工程 | 10 |
| 4.1 | 一般规定 | 10 |
| 4.2 | 地基处理 | 10 |
| 4.3 | 浅埋基础 | 11 |
| 4.4 | 桩基础 | 11 |
| 5 | 砌筑工程 | 13 |
| 5.1 | 一般规定 | 13 |
| 5.2 | 外加剂法 | 14 |
| 5.3 | 冻结法 | 15 |
| 5.4 | 暖棚法 | 16 |
| 6 | 钢筋工程 | 18 |
| 6.1 | 一般规定 | 18 |
| 6.2 | 钢筋负温冷拉和冷弯 | 18 |
| 6.3 | 钢筋负温焊接 | 20 |
| 7 | 混凝土工程 | 23 |
| 7.1 | 一般规定 | 23 |
| 7.2 | 混凝土原材料加热、搅拌、运输和浇筑 | 24 |

| | | |
|------|----------------|----|
| 7.3 | 混凝土蓄热法和综合蓄热法养护 | 26 |
| 7.4 | 混凝土蒸汽养护法 | 27 |
| 7.5 | 电加热法养护混凝土 | 28 |
| 7.6 | 暖棚法施工 | 32 |
| 7.7 | 负温养护法 | 32 |
| 7.8 | 硫铝酸盐水泥混凝土施工 | 33 |
| 7.9 | 混凝土质量控制及检查 | 34 |
| 8 | 屋面保温及防水工程 | 36 |
| 8.1 | 一般规定 | 36 |
| 8.2 | 保温层施工 | 37 |
| 8.3 | 找平层施工 | 37 |
| 8.4 | 防水层、隔气层施工 | 39 |
| 9 | 装饰工程 | 45 |
| 9.1 | 一般规定 | 45 |
| 9.2 | 抹灰工程 | 45 |
| 9.3 | 饰面工程 | 47 |
| 9.4 | 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程 | 47 |
| 10 | 钢结构工程 | 49 |
| 10.1 | 一般规定 | 49 |
| 10.2 | 材料 | 49 |
| 10.3 | 钢结构制作 | 50 |
| 10.4 | 钢结构安装 | 53 |
| 11 | 混凝土构件安装工程 | 55 |
| 11.1 | 构件的堆放及运输 | 55 |
| 11.2 | 构件的吊装 | 55 |
| 11.3 | 构件的连接与校正 | 56 |
| 12 | 越冬工程维护 | 57 |
| 12.1 | 一般规定 | 57 |
| 12.2 | 在建工程 | 57 |
| 12.3 | 停、缓建工程 | 58 |
| 附录 A | 土壤保温防冻计算 | 61 |
| 附录 B | 混凝土的热工计算 | 63 |

| | | |
|------|------------------------------------|----|
| 附录 C | 掺防冻剂混凝土在负温度下各龄期混凝土强度 增长规律 | 67 |
| 附录 D | 用成熟度法计算混凝土早期强度 | 68 |
| 附录 E | 本规程用词说明..... | 74 |
| 附加说明 | | 75 |

1 总 则

- 1.0.1** 为了在建筑工程冬期施工中认真贯彻执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,制定本规程。
- 1.0.2** 本规程适用于工业与民用房屋和一般构筑物的冬期施工。
- 1.0.3** 本规程冬期施工期限划分原则是:根据当地多年气象资料统计,当室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5°C 即进入冬期施工;当室外日平均气温连续 5d 高于 5°C 时解除冬期施工。
- 1.0.4** 凡进行冬期施工的工程项目,应复核施工图纸;对有不能适应冬期施工要求的问题应及时与设计单位研究解决。
- 1.0.5** 进行冬期施工的工程,除遵守本规程外,尚应遵守国家现行有关标准、规范的规定。

2 术 语

2.0.1 浅埋基础 shallow foundation

在季节性冻土地区,当基础设计为设置在允许残留冻土层的基础时,在冻土层上施工的基础。

2.0.2 冻结法 frozen method

采用普通水泥砂浆,铺砌完毕后,允许砌体冻结的施工方法。

2.0.3 负温冷拉 cold tension at subzero temperature

钢筋冷拉在室外负温下进行,冷拉参数与常温不同。

2.0.4 负温焊接 welding at subzero temperature

钢筋的焊接连结,在室外或工棚内的负温下进行,焊接参数与常温不同。

2.0.5 受冻临界强度 critical strength in frost resistance

冬期浇筑的混凝土在受冻以前必须达到的最低强度。

2.0.6 蓄热法 thermos method

混凝土浇筑后,利用原材料加热及水泥水化热的热量,通过适当保温延缓混凝土冷却,使混凝土冷却到 0°C 以前达到预期要求强度的施工方法。

2.0.7 综合蓄热法 comprehensive thermos method

掺化学外加剂的混凝土浇筑后,利用原材料加热及水泥水化热的热量,通过适当保温,延缓混凝土冷却,使混凝土温度降到 0°C 或设计规定温度前达到预期要求强度的施工方法。

2.0.8 电加热法 electric heat method

冬期浇筑的混凝土利用电能加热养护,包括电极加热、电热毯、工频涡流、线圈感应和红外线加热法。

2.0.9 电极加热法 electrode heating method

用钢筋做电极,利用电流通过混凝土所产生的热量来加热养

护混凝土。

2.0.10 电热毯法 electric heat blanket method

混凝土浇筑后,在混凝土表面或模板外面覆以柔性电热毯,通电加热养护混凝土。

2.0.11 工频涡流法 eddy current method

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。

2.0.12 线圈感应加热法 induction coil heating method

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。

2.0.13 暖棚法 tent heating method

将被养护的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方法。

2.0.14 负温养护法 curing method at subzero temperature

在混凝土中掺入防冻剂,浇筑后混凝土不加热也不做蓄热保温养护,使混凝土在负温条件下能不断硬化的施工方法。

2.0.15 硫铝酸盐水泥混凝土 sulphoaluminate cement concrete

用快硬硫铝酸盐水泥并掺入亚硝酸钠外加剂配制的混凝土,采取适当保温措施,具有负温早强和早期抗冻特点的混凝土。

2.0.16 热熔法 hot melt method

防水层施工时,采用火焰加热器加热熔化热熔型防水卷材底层的热熔胶进行粘贴的方法。

2.0.17 冷粘法 cold application method

采用胶粘剂使卷材与基层、卷材与卷材粘结,而不需加热的施工方法。

2.0.18 涂膜屋面防水 surface-coating method for waterproofing

以沥青基防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料或合成高分子防水涂料等材料,均匀涂刷一道或多道在基层表面上,经固化后形

成整体防水涂膜层。

2.0.19 成熟度 maturity

混凝土在养护期间养护温度和养护时间的乘积。

2.0.20 等效龄期 equivalent age

混凝土在养护期间温度不断变化,在这一段时间内其养护的效果,与在标准条件养护达到效果相同所需的时间。

3 土方工程

3.1 一般规定

3.1.1 土方工程的冬期施工,施工前应做好准备工作,并应连续施工。

3.1.2 冬期施工时,运输道路和施工现场应采取防滑和防火措施。

3.2 土壤的防冻与保温

3.2.1 对于大面积的土方工程宜采用翻松耙平法施工。在拟施工的部位应将表层土翻松耙平,其厚度宜为 **25~30cm**,其宽度宜为开挖时冻结深度的两倍加基槽(坑)底宽之和。翻松耙平后的冻结深度宜按本规程附录 A 估算。

3.2.2 在初冬降雪量较大的土方工程施工地区,宜采用雪覆盖法。开挖前,在即将开挖的场地宜设置篱笆或用其他材料堆积成墙,高度宜为 **50~100cm**,间距宜为 **10~15m**,应与主导风向垂直。面积较小的基槽(坑)可在预定的位置上挖积雪沟(坑),深度宜为 **30~50cm**,宽度为预计深度的两倍加基槽(坑)底宽之和。

3.2.3 对于开挖面积较小的槽(坑),宜采用保温材料覆盖法。保温材料可用炉渣、锯末、刨花、稻草、草帘、膨胀珍珠岩等,再加盖一层塑料布。保温材料的铺设宽度为待挖基槽(坑)宽度的两倍加基槽(坑)底宽之和。其厚度按本规程附录 A 计算确定。

3.2.4 挖好较小的基槽(坑)的保温与防冻可采用暖棚保温法。在已挖好的基槽(坑)上,宜搭好骨架铺上基层,覆盖保温材料。也可搭塑料大棚,在棚内采取供暖措施。

3.3 冻土的融化

3.3.1 冻土融化方法应视其工程量大小、冻结深度和现场施工条件等因素确定,可选择烟火烘烤、蒸汽融化、电热等方法,并应确定施工顺序。

3.3.2 工程量小的工程可采用烟火烘烤法,其燃料可选用刨花、锯末、谷壳、树枝皮及其他可燃废料。在拟开挖的冻土上应将铺好的燃料点燃,并用铁板覆盖,火焰不宜过高,并应采取可靠的防火措施。

3.3.3 当热源充足,工程量较小时,可采用蒸汽融化法。应把带有喷气孔的钢管插入预钻好的冻土孔中,通蒸汽融化。冻土孔径应大于喷汽管直径 1cm,其间距不宜大于 1m,深度应超过基底 30cm。当喷汽管直径 D 为 2.0~2.5cm 时,应在钢管上钻成梅花状喷汽孔,下端应封死,融化后应及时挖掘并防止基底受冻。

3.3.4 在电源比较充足地区,工程量又不大,可用电热法融化冻土。电极宜采用 $\phi 16 \sim \phi 25$ 的下端带尖钢筋。电极打入冻土中的深度不宜小于冻结深度,并宜露出地面 10~15cm。电极的间距宜按表 3.3.4 采用。电热时间应根据冻结深度、电压高低等条件确定。

当通电加热时可在地表铺锯末,其厚度宜为 10~25cm,并宜采用 1%~2%浓度的盐溶液浸湿。采用电热法融化冻土时,应采取安全防护措施。

电 极 的 间 距 (cm)

表 3.3.4

| 电 压(V) | 冻 结 深 度 (cm) | | | |
|--------|--------------|-----|-----|-----|
| | 50 | 100 | 150 | 200 |
| 380 | 60 | 60 | 50 | 50 |
| 220 | 50 | 50 | 40 | 40 |

3.4 冻土的挖掘

3.4.1 冻土的挖掘根据冻土层厚度可采用人工、机械和爆破方

法。

3.4.1.1 人工挖掘冻土可采用锤击铁楔子劈冻土的方法分层进行挖掘。楔子的长度视冻土层厚度确定,宜为 **30~60cm**。

3.4.1.2 机械挖掘冻土可根据冻土层厚度选用推土机松动、挖掘机开挖或重锤冲击破碎冻土等方法。其设备可按表 **3.4.1** 选用。

当采用重锤冲击破碎冻土时,重锤可由铸铁制成楔形或球形,重量宜为 **2~3t**。

起吊设备可采用吊车、简易的两步搭或三步搭支架配以卷扬机。

冻土挖掘设备选择表

表 3.4.1

| 冻土厚度 (cm) | 选 择 机 械 |
|-----------|----------------|
| <50 | 铲运机、推土机、挖掘机 |
| 50~100 | 大马力推土机、松土机、挖掘机 |
| 100~150 | 重锤 |

3.4.1.3 对于冻土层较厚,开挖面积较大的土方工程,可使用爆破法。当冻土层厚度小于或等于 **2m** 时宜采用炮孔法。炮孔的直径宜为 **50~70mm**,深度宜为冻土层厚度的 **0.6~0.85** 倍,与地面呈 **60°~90°** 夹角。炮孔的间距宜等于最小抵抗线长度的 **1.2** 倍,排距宜等于最小抵抗线长度的 **1.5** 倍。炮孔可用电钻、风钻或人工打钎成孔。

炸药可使用黑色炸药、硝铵炸药或 **TNT** 炸药。冬季严禁使用甘油类炸药。炸药装药量宜由计算确定或不超过孔深的 **2/3**,其余上面的 **1/3** 填装砂土。

雷管可使用电雷管或火雷管。

当采用冻土爆破法施工时,土方工地离建筑物的距离应大于 **50m**,距高压电线的距离应大于 **200m**。并应符合国家现行标准《土方与爆破工程施工及验收规范》(GBJ201)的有关规定。

3.4.2 冬期开挖冻土时,应采取防止引起相邻建筑物地基或其他设施受冻的保温防冻措施。

3.4.3 在挖方土边弃置冻土时,其弃土推坡脚至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。

3.4.4 开挖完的基槽(坑)应采取防止基槽(坑)底部受冻的措施。当基槽(坑)挖完不能及时进行下道工序施工时,应在基槽(坑)底标高以上预留土层,并覆盖保温材料保温。

3.5 土方回填

3.5.1 冬期土方回填时,每层铺土厚度应比常温施工时减少20%~25%。预留沉陷量应比常温施工时增加。

对于大面积回填土和有路面的路基及其人行道范围内的平整场地填方,可采用含有冻土块的土回填,但冻土块的粒径不得大于15cm,其含量(按体积计)不得超过30%。铺填时冻土块应分散开,并应逐层夯实。

3.5.2 冬期填方施工应在填方前清除基底上的冰雪和保温材料;填方边坡的表层100cm以内,不得采用含有冻土块的土填筑;整个填方上层部位应用未冻的或透水性好的土回填,其厚度应符合设计要求。

冬期填方的高度不宜超过表3.5.2规定。

冬期填方的高度

表 3.5.2

| 室外平均气温(℃) | 填方高度(m) |
|-----------|---------|
| -5~-10 | 4.5 |
| -11~-15 | 3.5 |
| -16~-20 | 2.5 |

注:采用石块和不含冻块砂土(不包括粉砂)、碎石土类回填时,填方的高度可不受上表限制。

3.5.3 室外的基槽(坑)或管沟可采用含有冻土块的土回填。但冻土块粒径不得大于15cm,含量不得超过15%,且应均匀分布,但管沟底以上50cm范围内不得用含有冻土块的土回填。

室内的基槽(坑)或管沟不得采用含有冻土块的土回填。回填土施工应连续进行并应夯实。当采用人工夯实时,每层铺土厚度不

得超过 20cm, 夯实厚度宜为 10~15cm。

在冻结期间暂不使用的管道及其场地回填时, 冻土块的含量和粒径不受限制, 但融化后应作适当处理。

3.5.4 室内地面垫层下回填的土方, 填料中不得含有冻土块, 并及时夯(压)实。填方完成后至地面施工前, 应采取防冻措施。

3.5.5 永久性的挖、填方和排水沟的边坡加固修整, 宜在解冻后进行。

4 地基与基础工程

4.1 一般规定

4.1.1 冬期进行地基与基础工程的工程,除应有建筑场地的工程地质勘察资料外,根据需要尚应提出地基土的主要冻土性能指标。

4.1.2 建筑场地宜在冻结前清除地上和地下障碍物、地表积水,并应平整场地与道路。冬期及时清除积雪,春融期作好排水。

4.1.3 对建(构)筑物的施工控制坐标点、水准点及轴线定位点的埋设应采取防止土壤冻胀、融沉变位和施工振动影响的措施,并应定期复测校正。

4.1.4 在冻土上进行打桩和强夯等所产生的振动,对周围建筑物及各种设施有影响时,应采取隔震措施。

4.1.5 靠近建(构)筑物基础的地下基坑施工时,应采取防止相邻地基土遭冻的措施。

4.2 地基处理

4.2.1 重锤夯实地基的施工,应在地基土不冻结的状态下进行。并可采取逐段开挖,逐段夯实方法施工。在开挖时宜预留土层厚度,待施夯前再挖除增留部分。对已冻结地基施夯前应采用解冻方法,待地基土解冻后方可施夯。在砂土地基上施夯需要向基槽内加水时,宜掺入氯盐防冻剂,其浓度应根据气温条件通过试验确定。

4.2.2 在整个冬期均可进行强夯法加固地基的施工,并应符合下列要求:

4.2.2.1 强夯施工时,施工技术参数应根据加固要求与地质条件在场内经试夯确定,试夯应按国家现行标准《地基与基础工程施工及验收规范》(GBJ202—83)、《建筑地基处理技术规范》

(JGJ79—91)的规定执行。

4.2.2.2 不应将冻结基土或回填的冻土块夯入基础的持力层。回填土的质量应符合本规程第 3.5 节的有关规定要求。

4.2.2.3 在粘性土或粉土的地基上进行强夯,宜在被夯土层表面铺设粗颗粒材料,并应及时清除粘结在锤底上的土料。

4.2.2.4 冬期施工应及时推填夯坑并平整场地,其推填料不得有冰雪及其他杂物。

4.2.2.5 强夯加固后的地基越冬维护,应按本规程第 12 章有关规定执行。

4.3 浅埋基础

4.3.1 浅埋基础施工时,同一建筑物的基础应座落在同一类冻胀性土层上,不得座落在一部分有冻土层另一部分无冻土层的情况。

4.3.2 同一建筑物各部位的基槽开挖应同时进行,并应在基槽的四角及中间部位挖坑检查记录残留冻土层厚度。残留冻土层厚度应符合设计要求。

4.3.3 各部位基础施工时应同时进行,不得在同一建筑中一部分基础进行施工,一部分未施工而使地基遭到晾晒。基础施工毕,应及时回填料侧土。

4.3.4 在基础施工中,不得被水或融化雪水浸泡基土。

4.4 桩基础

4.4.1 在已冻结的地基土上施工挤土桩时,当冻土层厚度超过 0.5m 时,冻土层宜采用钻孔引桩(沉管)工艺,钻孔直径应小于桩径 50mm。也可采用挖出冻土或局部融化冻土等措施进行桩基础施工。

4.4.2 混凝土预制桩冬期施工应符合下列要求:

4.4.2.1 桩的起吊、运输、堆放应符合本规程第 11 章的有关规定要求。

4.4.2.2 当桩采用焊接接桩时,其焊接和防腐要求,应遵照本

规程第 10 章的有关规定执行。

4.4.3 混凝土灌注桩的冬期施工,其成孔应按下列要求进行:

4.4.3.1 长螺旋钻孔机的钻头宜选用锥形钻头并镶焊合金刀片。钻进冻土时应加大钻杆对土层的压力,并防止摆动和偏位。钻成的桩孔应及时覆盖保护。

4.4.3.2 泥浆护壁成孔灌注桩宜在初冬或春融期施工,泥浆温度不得低于 5°C ,并不得掺氯盐防冻剂。

4.4.3.3 人工挖孔其孔口应保温,孔内应做好通风。

4.4.3.4 锤击(振动)套管成孔,应制定保证相邻桩身混凝土质量的施工顺序。提拔套管时应及时清除管壁上的泥土防止冻结在管壁上。当成孔施工有间歇时,宜将套管埋入桩孔中。

4.4.4 混凝土灌注桩的混凝土施工应符合下列要求:

4.4.4.1 混凝土材料的加热、搅拌、运输、浇筑应按本规程第 7 章的有关规定执行。混凝土填入土孔的温度不应低于 5°C 。沉管灌注桩混凝土填入土孔的温度应根据热工计算确定。

4.4.4.2 在地基土最大冻深内和露出地面部分的桩身混凝土可按本规程第 7 章有关负温养护法规定执行。

4.4.4.3 初冬或深冬季节在冻胀和强冻胀土地基上施工的灌注桩,应采取防止或减小桩身与冻土之间产生切向冻胀力的防护措施。

4.4.5 地基土在冬期处于冻结状态下进行桩基静荷载试验时,应将试桩周围的冻土融化或挖除。在负温下试验时,试桩四周地表土和锚桩横梁支座均应做保温防冻处理。

5 砌筑工程

5.1 一般规定

5.1.1 冬期施工所用材料应符合下列规定：

5.1.1.1 普通砖、空心砖、灰砂砖、混凝土小型空心砌块、加气混凝土砌块和石材在砌筑前，应清除表面污物、冰雪等，不得使用遭水浸和受冻后的砖或砌块。

5.1.1.2 砂浆宜优先采用普通硅酸盐水泥拌制。冬期砌筑不得使用无水泥拌制的砂浆。

5.1.1.3 石灰膏、粘土膏或电石膏等宜保温防冻，当遭冻结时，应经融化后方可使用。

5.1.1.4 拌制砂浆所用的砂，不得含有直径大于 1cm 的冻结块或冰块。

5.1.1.5 拌合砂浆时，水的温度不得超过 80℃，砂的温度不得超过 40℃，砂浆稠度宜较常温适当增大。

5.1.2 冬期施工的砖砌体，应按“三一”砌砖法施工，灰缝不应大于 1cm。

5.1.3 冬期施工中，每日砌筑后，应及时在砌筑表面进行保护性覆盖，砌筑表面不得留有砂浆。在继续砌筑前，应扫净砌筑表面。

5.1.4 砌筑工程的冬期施工应优先选用外加剂法。对绝缘、装饰等有特殊要求的工程，可采用其他方法。

5.1.5 混凝土小型空心砌块不得采用冻结法施工。加气混凝土砌块承重墙体及围护外墙不宜冬期施工。

5.1.6 冬期砌筑工程应进行质量控制，在施工日记中除应按常规要求外，尚应记录室外空气温度、暖棚温度、砌筑时砂浆温度、外加剂掺量以及其他有关资料。

5.1.7 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与砌体同条件养护的试块,分别用于检验各龄期强度和转入常温 28d 的砂浆强度。

5.2 外加剂法

5.2.1 冬期砌筑采用外加剂法时,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,氯盐掺量应按表 5.2.1 选用。

氯盐外加剂掺量(占用水重量%) 表 5.2.1

| 氯盐及砌体材料种类 | | 日最低气温($^{\circ}\text{C}$) | | | |
|-----------|------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | ≥ -10 | $-11 \sim -15$ | $-16 \sim -20$ | $-21 \sim -25$ |
| 氯化钠(单盐) | 砖、砌块 | 3 | 5 | 7 | — |
| | 砌石 | 4 | 7 | 10 | — |
| (复盐) | 氯化钠 | — | — | 5 | 7 |
| | 氯化钙 | — | — | 2 | 3 |

注:掺盐量以无水盐计。

5.2.2 砌筑时砂浆温度不应低于 5°C 。当设计无要求,且最低气温等于或低于 -15°C 时,砌筑承重砌体砂浆强度等级应按常温施工提高 1 级。

5.2.3 在氯盐砂浆中掺加微沫剂时,应先加氯盐溶液后加微沫剂溶液。

5.2.4 外加剂溶液应设专人配制,并应先配制成规定浓度溶液置于专用容器中,然后再按规定加入搅拌机中拌制成所需砂浆。

5.2.5 采用氯盐砂浆时,砌体中配置的钢筋及钢预埋件,应预先做好防腐处理。

5.2.6 氯盐砂浆砌体施工时,每日砌筑高度不宜超过 1.2m,墙体留置的洞口,距交接墙处不应小于 50cm。

5.2.7 掺用氯盐的砂浆砌体不得在下列情况下采用:

- (1)对装饰工程有特殊要求的建筑物；
- (2)使用湿度大于 80%的建筑物；
- (3)配筋、钢埋件无可靠的防腐处理措施的砌体；
- (4)接近高压电线的建筑物(如变电所、发电站等)；
- (5)经常处于地下水位变化范围内,以及在地下未设防水层的结构。

5.3 冻结法

5.3.1 采用冻结法施工的砌体,在解冻期内应制定观测加固措施,并应保证对强度、稳定和均匀沉降要求。在验算解冻期的砌体强度和稳定时,可按砂浆强度为零进行计算。

5.3.2 当设计无要求,且日最低气温高于一25℃时,砌筑承重砌体砂浆强度等级应较常温施工提高 1 级;当日最低气温等于或低于一25℃时,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。

5.3.3 采用冻结法砌筑时,砂浆使用最低温度应符合表 5.3.3 规定。

冻结法砌筑时砂浆最低温度(℃) 表 5.3.3

| 室外空气温度 | 砂浆最低温度 |
|---------|--------|
| 0—10 | 10 |
| —11~—25 | 15 |
| 低于—25 | 20 |

5.3.4 采用冻结法施工,当设计无规定时,宜采取下列构造措施:

5.3.4.1 在楼板水平面位置墙的拐角、交接和交叉处应配置拉结筋,并按墙厚计算,每 12cm 配 1 ϕ 6,其伸入相邻墙内的长度不得小于 1m。在拉结筋末端应设置弯钩。

5.3.4.2 每一层楼的砌体砌筑完毕后,应及时吊装(或捣制)梁、板,并应采取适当的锚固措施。

5.3.4.3 采用冻结法砌筑的墙,与已经沉降的墙体交接处,应

留沉降缝。

5.3.5 为保证砌体在解冻期间的稳定性和均匀沉降,施工操作时应遵守下列规定:

5.3.5.1 施工应按水平分段进行,工作段宜划在变形缝处。每日的砌筑高度及临时间断处的高度差,均不得大于 **1.2m**。

5.3.5.2 对未安装楼板或屋面板的墙体,特别是山墙,应及时采取临时加固措施,以保证墙体稳定。

5.3.5.3 跨度大于 **0.7m** 的过梁,应采用预制构件。跨度较大的梁、悬挑结构,在砌体解冻前应在下面设临时支撑,当砌体强度达到设计值的 **80%**时,方可拆除临时支撑。

5.3.5.4 在门窗框上部应留出缝隙,其宽度在砖砌体中不应小于 **5mm**,在料石砌体中不应小于 **3mm**。

5.3.5.5 留置在砌体中的洞口和沟槽等,宜在解冻前填砌完毕。

5.3.5.6 砌筑完的砌体在解冻前,应清除房屋中剩余的建筑材料等临时荷载。

5.3.6 下列砖石砌体,不得采用冻结法施工:

- (1) 空斗墙;
- (2) 毛石砌体;
- (3) 砖薄壳、双曲砖拱、筒式拱及承受侧压力的砌体;
- (4) 在解冻期间可能受到振动或其他动力荷载的砌体;
- (5) 在解冻时,砌体不允许产生沉降的结构。

5.4 暖棚法

5.4.1 暖棚法适用于地下工程、基础工程以及量小又急需砌筑使用的砖体结构。

5.4.2 采用暖棚法施工时,砖石和砂浆在砌筑时的温度不应低于 **5℃**,而距离所砌的结构底面 **0.5m** 处的棚内温度也不应低于 **5℃**。

5.4.3 砌体在暖棚内的养护时间,根据暖棚内的温度,应按表 **5.4.3** 确定。

暖棚法砌体的养护时间

表 5. 4. 3

| | | | | |
|----------|----|----|----|----|
| 暖棚内温度(℃) | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 养护时间(d) | ≥6 | ≥5 | ≥4 | ≥3 |

6 钢筋工程

6.1 一般规定

6.1.1 在负温下承受静荷载作用的钢筋混凝土结构构件,其主要受力钢筋可选用 I、II、III、IV 级热轧钢筋,余热处理 III 级钢筋、热处理钢筋、高强度圆形钢丝、钢绞线及冷拔低碳钢丝。

6.1.2 在 -20°C 至 -40°C 条件下直接承受中、重级工作制吊车的构件,其主要受力钢筋不宜采用冷拔低碳钢丝,当采用 IV 级钢筋时除应有可靠的试验依据外,宜选用细直径且碳及合金元素含量为中、下限的钢筋。

6.1.3 对在寒冷地区缺乏使用经验的特殊结构构造,或易使预应力钢筋产生刻痕或咬伤的锚夹具,应进行构造、构件和锚夹具的负温性能试验。

6.1.4 在负温条件下使用的钢筋,施工时应加强检验。钢筋在运输和加工过程中应防止撞击和刻痕。

6.2 钢筋负温冷拉和冷弯

6.2.1 钢筋冷拉温度不宜低于 -20°C 。预应力钢筋张拉温度不宜低于 -15°C 。

6.2.2 钢筋负温冷拉方法可采用控制应力方法或控制冷拉率方法。用作预应力混凝土结构的预应力筋,宜采用控制应力的方法;不能分炉批的热轧钢筋冷拉,不宜采用控制冷拉率的方法。

6.2.3 在负温下采用控制应力方法冷拉钢筋时,其控制应力及最大冷拉率应符合表 6.2.3 的规定。

6.2.4 在负温下采用控制冷拉率方法冷拉钢筋时,其冷拉率的确定与常温相同。

冷拉控制应力及最大冷拉率

表 6.2.3

| 钢筋级别 | | 冷拉控制应力(N/mm ²) | | 最大冷拉率 % |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------|------------|
| | | 常 温 | -20℃ | |
| I 级 $d \leq 12\text{mm}$ | | 280 | 310 | 10.0 |
| II 级 | $d \leq 25\text{mm}$ | 450 | 480 | 5.5 |
| | $d = 28 \sim 40\text{mm}$ | 430 | 460 | |
| III 级 | | 500 | 530 | 5.0 |
| IV 级 | | 700 | 730 | 4.0 |

钢筋冷拉率在常温下由试验确定。测定同炉批钢筋冷拉率的冷拉应力应符合表 6.2.4 的规定。

测定冷拉率时钢筋的冷拉应力

表 6.2.4

| 项 次 | 钢筋级别 | | 冷拉应力 (N/mm ²) |
|-----|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | I 级 $d \leq 12\text{mm}$ | | 310 |
| 2 | II 级 | $d \leq 25\text{mm}$ | 480 |
| | | $d = 28 \sim 40\text{mm}$ | 460 |
| 3 | III 级 | | 530 |
| 4 | IV 级 | | 730 |

钢筋的试样不应少于 4 个,并取其试验结果的算术平均值作为该钢筋实际应用的冷拉率。

6.2.5 在负温下冷拉后的钢筋,应逐根进行外观质量检查,其表面不得有裂纹和局部颈缩。在常温下其力学性能试验结果应符合表 6.2.5 的规定。

冷拉钢筋的力学性能

表 6.2.5

| 项次 | 钢筋级别 | 直径 (mm) | 屈服点 (N/mm ²) | 抗拉强度 (N/mm ²) | 伸长率 δ_{10} (%) | 冷 弯 | |
|----|--------|-----------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------|------|
| | | | 不 小 于 | | | 弯曲角度 | 弯曲直径 |
| 1 | 冷拉 I 级 | ≤ 12 | 280 | 370 | 11 | 180° | 3d |

| 项次 | 钢筋级别 | 直径 (mm) | 屈服点 (N/mm ²) | 抗拉强度 (N/mm ²) | 伸长率 δ_{10} (%) | 冷 弯 | |
|----|------|------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|------|------|
| | | | 不 小 于 | | | 弯曲角度 | 弯曲直径 |
| 2 | 冷拉Ⅱ级 | ≤25 | 450 | 510 | 10 | 90° | 3d |
| | | 28~40 | 430 | 490 | | | 4d |
| 3 | 冷拉Ⅲ级 | ≤25 | 500 | 570 | 8 | 90° | 5d |
| | | 28~40 | | | | | 6d |
| 4 | 冷拉Ⅳ级 | ≤25 | 700 | 835 | 6 | 90° | 5d |
| | | 28~40 | | | | | 6d |

6.2.6 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。

6.2.7 当温度低于-20℃时，不得对低合金Ⅱ、Ⅲ级钢筋进行冷弯操作，以避免在钢筋弯点处发生强化，造成钢筋脆断。

6.3 钢筋负温焊接

6.3.1 钢筋负温焊接，可采用闪光对焊、电弧焊及气压焊等焊接方法。当环境温度低于-20℃时，不宜进行施焊。

6.3.2 雪天或施焊现场风速超过 5.4m/s (3 级风) 焊接时，应采取遮蔽措施，焊接后冷却的接头应避免碰到冰雪。

6.3.3 余热处理Ⅲ级钢筋负温闪光对焊工艺及参数，可按常温焊接的有关规定执行。

6.3.4 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。钢筋端面比较平整时，宜采用预热闪光焊；端面不平整时，宜采用闪光—预热—闪光焊。

6.3.5 钢筋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。焊接参数应根据当地气温按常温参数调整。

采用较低变压器级数，宜增加调伸长度、预热留量、预热次数、

预热间歇时间和预热接触压力；并宜减慢烧化过程的中期速度。

6.3.6 钢筋负温电弧焊，宜采取分层控温施焊。热轧钢筋焊接的层间温度宜控制在 $150\sim 350^{\circ}\text{C}$ 之间，余热处理 III 级钢筋焊接的层间温度应适当降低。

6.3.7 当钢筋负温电弧焊时，可根据钢筋级别、直径、接头型式和焊接位置，选择焊条和焊接电流。焊接时应采取防止产生过热、烧伤、咬肉和裂纹等措施。在构造上应防止在接头处产生偏心受力状态。

6.3.8 钢筋负温帮条焊或搭接焊的焊接工艺应符合下列要求：

6.3.8.1 帮条与主筋之间应用四点定位焊固定，搭接焊时应用两点固定。定位焊缝与帮条或搭接端部的距离应等于或大于 20mm 。

6.3.8.2 帮条焊的引弧应在帮条钢筋的一端开始，收弧应在帮条钢筋端头上，弧坑应填满。

6.3.8.3 焊接时，第一层焊缝应具有足够的熔深，主焊缝或定位焊缝应熔合良好。平焊时，第一层焊缝应先从中间引弧，再向两端运弧；立焊时，应先从中间向上方运弧，再从下端向中间运弧。在以后各层焊缝焊接时，应采用分层控温施焊。

6.3.8.4 帮条接头或搭接接头的焊缝厚度不应小于钢筋直径的 0.3 倍，焊缝宽度应不小于钢筋直径的 0.7 倍。

6.3.9 钢筋负温坡口焊的工艺应符合下列要求：

6.3.9.1 焊缝根部、坡口端面以及钢筋与钢垫板之间均应熔合，焊接过程中应经常除渣。

6.3.9.2 焊接时，宜采用几个接头轮流施焊。

6.3.9.3 加强焊缝的宽度应超过 V 型坡口边缘 $2\sim 3\text{mm}$ ，高度应超过 V 型坡口上下边缘 $2\sim 3\text{mm}$ ，并应平缓过渡至钢筋表面。

6.3.9.4 加强焊缝的焊接，应分两层控温施焊。

6.3.10 热轧 II 级、热轧 III 级钢筋多层施焊时，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在两端各缩短 $4\sim 6\text{mm}$ (图 6.3.10)。

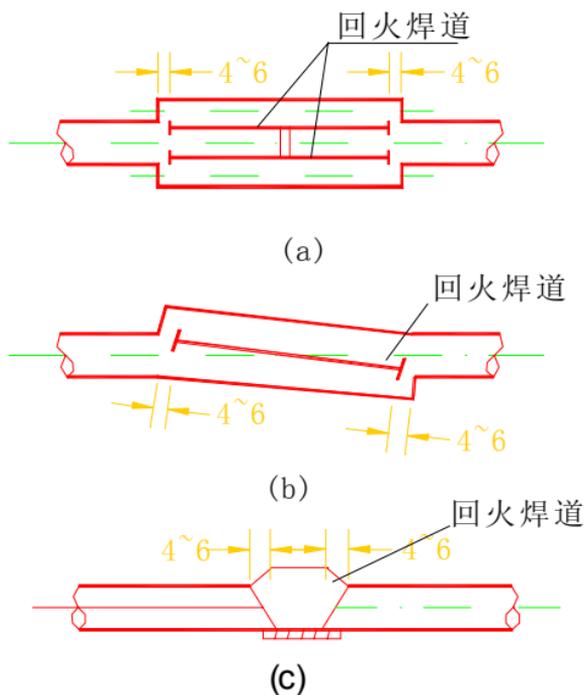


图 6.3.10 钢筋负温电弧焊回火焊道

(a)帮条焊 (b)搭接焊 (c)坡口焊

7 混凝土工程

7.1 一般规定

7.1.1 冬期浇筑的混凝土,其受冻临界强度应符合下列规定:

7.1.1.1 普通混凝土采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配制时,应为设计的混凝土强度标准值的**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标准值的**40%**,但混凝土强度等级为**C10**及以下时,不得小于**5.0N/mm²**。

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。

7.1.1.2 掺用防冻剂的混凝土,当室外最低气温不低于**-15℃**时不得小于**4.0N/mm²**,当室外最低气温不低于**-30℃**时不得小于**5.0N/mm²**。

7.1.2 混凝土冬期施工应按本规程附录**B**的要求,进行混凝土的热工计算。

7.1.3 混凝土冬期施工应优先选用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥,水泥标号不应低于**425**号。最小水泥用量不应少于**300kg/m³**,水灰比不应大于**0.6**。

使用矿渣硅酸盐水泥时,宜优先采用蒸汽养护。

注:①大体积混凝土的最少水泥用量,应根据实际情况决定;

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

③本规程所称的水灰比,普通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水灰比(水不包括轻骨料**1h**吸水量,水泥不包括掺加的混合材)。

7.1.4 拌制混凝土所采用的骨料应清洁,不得含有冰、雪、冻块及其他易冻裂物质。在掺用含有钾、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这类物质的材料。

7.1.5 采用非加热养护法施工所选用的外加剂,宜优先选用含气成分的外加剂,含气量宜控制在 $2\%\sim 4\%$ 。

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

7.1.7 在下列情况下,不得在钢筋混凝土结构中掺用氯盐:

(1)排出大量蒸汽的车间、澡堂、洗衣房和经常处于空气相对湿度大于 80% 的房间以及有顶盖的钢筋混凝土蓄水池等的在 high 湿度空气环境中使用的结构;

(2)处于水位升降部位的结构;

(3)露天结构或经常受雨、水淋的结构;

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

(5)与含有酸、碱或硫酸盐等侵蚀介质相接触的结构;

(6)使用过程中经常处于环境温度为 60°C 以上的结构;

(7)使用冷拉钢筋或冷拔低碳钢丝的结构;

(8)薄壁结构,中级和重级工作制吊车梁、屋架、落锤或锻锤基础结构;

(9)电解车间和直接靠近直流电源的结构;

(10)直接靠近高压电源(发电站、变电所)的结构;

(11)预应力混凝土结构。

7.1.8 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。

7.1.9 整体结构如为加热养护时,浇筑程序和施工缝位置的设置,应采取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。

7.2 混凝土原材料加热、搅拌、运输和浇筑

7.2.1 混凝土原材料加热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、骨料加热的最高温度应符合表 7.2.1 的规定。当水、骨料达到规定温度仍不能满足热工计算要求时,可提高水温到 100℃,但水泥不得与 80℃ 以上的水直接接触。

拌合水及骨料加热最高温度(℃)

表 7.2.1

| 水 泥 品 种 及 标 号 | 拌合水 | 骨料 |
|-----------------------------|-----|----|
| 标号低于 525 号的普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥 | 80 | 60 |
| 标号高于及等于 525 号的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥 | 60 | 40 |

7.2.2 水加热宜采用蒸汽加热、电加热或汽水热交换罐等方法。加热水使用的水箱或水池应予保温,其容积应能使水达到规定的使用温度要求。

7.2.3 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,宜配备两个,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要求进行设计,每一个斗的容量不宜小于 3.5m³。

7.2.4 拌制掺用防冻剂的混凝土,当防冻剂为粉剂时,可按要求掺量直接撒在水泥上面和水泥同时投入;当防冻剂为液体时,应先配制成规定浓度溶液,然后再根据使用要求,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。

7.2.5 配制与加入防冻剂,应设专人负责并做好记录,应严格按照剂量要求掺入。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。

7.2.6 水泥不得直接加热,使用前宜运入暖棚内存放。

7.2.7 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 7.2.7 采用。

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

| 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。

7.2.9 混凝土在运输、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。当不符合要求时，应采取措施进行调整。

7.2.10 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。如果在非冻胀性地基土上浇筑混凝土时，混凝土在受冻前的抗压强度应符合本规程第 7.1.1 条要求。

7.2.11 分层浇筑厚大的整体式结构混凝土时，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℃。采用加热养护时，养护前的温度也不得低于 2℃。

7.3 混凝土蓄热法和综合蓄热法养护

7.3.1 当室外最低温度不低於 -15℃ 时，地面以下的工程，或表面系数 M 不大于 5m^{-1} 的结构，应优先采用蓄热法养护。对结构易受冻的部位，应采取加强保温措施。

7.3.2 当采用蓄热法不能满足要求时，可选用综合蓄热法养护。当围护层的总传热系数与结构表面系数的乘积 KM 在 $50 \sim 200\text{kJ/m}^3 \cdot \text{h} \cdot \text{k}$ 的范围时，应符合下列公式要求：

$$T_{m,a} > \frac{1}{b} \ln \left(\frac{KM}{a} \right) \quad (7.3.1)$$

式中 $T_{m,a}$ —— 冷却期间平均气温，且不应低於 -12℃；

M —— 结构表面系数 (m^{-1})， $5 \leq M \leq 15$ ；

K ——围护层的总传热系数($\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{k}$);

a 、 b ——系数,宜按表 7.3.2 采用。

系数 a 、 b 值

表 7.3.2

| 水泥 用量 (kg/m^3) | 水泥 品种 系 数 | 硅酸盐水泥 | | 普通硅酸盐水泥 | | 矿渣硅酸盐水泥 | |
|----------------------------------------|--------------------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | | a | b | a | b | a | b |
| 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 |

7.3.3 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。

7.3.4 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。

7.3.5 采用组合钢模板时,宜采用整装整拆方案。当混凝土强度达到 $1\text{N}/\text{mm}^2$ 后,可使侧模板轻轻脱离混凝土后,再合上继续养护到拆模。

7.4 混凝土蒸汽养护法

7.4.1 混凝土蒸汽养护法的适用范围应符合表 7.4.1 的规定。

7.4.2 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。

7.4.3 蒸汽养护的混凝土,采用普通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℃。

混凝土蒸汽养护法的适用范围

表 7.4.1

| 方 法 | 简 述 | 特 点 | 适 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,分段送蒸汽养护混凝土 | 温度能适当控制,加热效果取决于保温构造,设施复杂 | 现浇梁、板、框架结构,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、柱及框架结构 |
| 内部通汽法 | 结构内部留孔道,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 |

7.4.4 整体浇筑的结构,采用蒸汽加热养护时,升温和降温速度不得超过表 7.4.4 规定。

蒸汽加热养护混凝土升温和降温速度

表 7.4.4

| 结构表面系数(m^{-1}) | 升温速度($^{\circ}C/h$) | 降温速度($^{\circ}C/h$) |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| ≥ 6 | 15 | 10 |
| < 6 | 10 | 5 |

注:厚大体积的混凝土,应根据实际情况确定。

7.4.5 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要求的强度确定。

7.4.6 整体结构采用蒸汽养护时,水泥用量不宜超过 $350kg/m^3$,水灰比宜为 0.4~0.6,坍落度不宜大于 5cm。

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

7.4.8 蒸汽加热养护混凝土时,应排除冷凝水,并防止渗入地基土中。当有蒸汽喷出口时,喷嘴与混凝土外露面的距离不得小于 30cm。

7.5 电加热法养护混凝土

7.5.1 电加热法养护混凝土的温度,应符合表 7.5.1 的规定。

| 水 泥 标 号 | 结构表面系数(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。

7.5.2 混凝土电极加热法养护的适用范围宜符合表 7.5.2 的规定。

电极加热法养护混凝土的适用范围

表 7.5.2

| 分 类 | | 常用电极规格 | 设 备 方 法 | 适 用 范 围 |
|---------|------|-----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 内 部 电 极 | 棒形电极 | ∅6~∅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、厚度大于 15cm 的板、墙及设备基础 |
| | 弦形电极 | ∅6~∅16 的钢筋长 2~2.5cm | 在浇筑混凝土前，将电极装入其位置与结构纵向平行地方，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大于 20cm 单侧配筋的板 |
| 表面电极 | | ∅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、墙及保护层大于 5cm 的大体积结构和地面等 |

7.5.3 混凝土采用电极加热法养护应符合下列要求：

7.5.3.1 电路接好应经检查合格后方可合闸送电。当结构工程量较大，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。

7.5.3.2 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 7.5.3 的规定。

电极与钢筋之间的距离

表 7.5.3

| 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，应采取绝缘措施。

7.5.3.3 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标准值的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1℃。

7.5.3.4 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。

7.5.4 混凝土采用电热毯法养护应符合下列要求：

7.5.4.1 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组成的区格大小确定。电热毯的电压宜为60~80V，功率宜为75~100W/块。

7.5.4.2 当布置电热毯时，在模板周边的各区格应连续布毯，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)。

7.5.4.3 电热毯养护的通电持续时间应根据气温及养护温度确定，可采取分段、间断或连续通电养护工序。

7.5.5 混凝土采用工频涡流法养护应符合下列要求：

7.5.5.1 工频涡流法养护的涡流管应采用钢管，其直径宜为12.5mm，壁厚 δ 宜为3mm。钢管内穿铝芯绝缘导线，其截面宜为25~35mm²，技术参数宜符合表7.5.5要求。

工频涡流管技术参数

表 7.5.5

| 项 目 | 取 值 |
|-------------|---------|
| 饱和电压降值(V/m) | 1.05 |
| 饱和电流值(A) | 200 |
| 钢管极限功率(W/m) | 195 |
| 涡流管间距(mm) | 150~250 |

7.5.5.2 各种构件涡流模板的配置应通过热工计算确定,也可按下列规则配置:

(1)柱:四面配置;

(2)梁:当高宽比大于 2.5 时,侧模宜采用涡流模板,底模宜采用普通模板;当高宽比小于等于 2.5 时,侧模和底模皆宜采用涡流模板。

(3)墙板:距墙板底部 600mm 范围内,应在两侧对称拼装涡流模板;600mm 以上部位,应在两侧采用涡流和普通钢模交错拼装,并使涡流模板对应面为普通模板。

(4)梁、柱节点:可将涡流钢管插入节点内,钢管总长度应根据混凝土量按 $6.0\text{kW}/\text{m}^3$ 功率计算。节点外围应保温养护。

7.5.5.3 当采用工频涡流法养护时,各阶段送电功率应使预养与恒温阶段功率相同,升温阶段功率应大于预养阶段功率的 2.2 倍。预养、恒温阶段的变压器一次接线为 Y 形,升温阶段接线应为 Δ 形。

7.5.6 线圈感应加热法养护宜用于梁、柱结构,以及各种装配式钢筋混凝土结构的接头混凝土的加热养护,亦可用于密筋结构的钢筋和模板预热,及受冻钢筋混凝土结构构件的解冻。

7.5.7 混凝土采用线圈感应加热养护应符合下列要求:

7.5.7.1 变压器宜选择 50kVA 和 100kVA 低压加热变压器,电压宜在 36~110V 间调整。当混凝土量较少时,也可采用交流电焊机。变压器的容量宜比计算结果增加 20%~50%。

7.5.7.2 感应线圈宜选用截面面积为 35mm^2 铝质或铜质电缆,加热主电缆的截面面积可选用 150mm^2 。电流不宜超过 400A。

7.5.7.3 当缠绕感应线圈时,宜靠近钢模板。构件两端线圈导线的间距应比中间加密一倍,加密范围宜由端部开始向内至一个线圈直径的长度为止。端头应密缠五圈。

7.5.7.4 最高电压值宜为 80V,新电缆电压值可采用 100V,但应使接头绝缘。养护期间电流不得中断,并防止混凝土受冻。

7.5.7.5 通电后应采用钳形电流表和万用表随时检查测定电

流,并应根据具体情况随时调整参数。

7.5.8 采用电热红外线加热器对混凝土进行辐射加热养护,宜用于薄壁钢筋混凝土结构和装配式钢筋混凝土结构接头处混凝土加热。加热温度应符合本规程第 7.5.1 条要求。

7.6 暖棚法施工

7.6.1 暖棚法施工适用于地下结构工程和混凝土量比较集中的结构工程。

7.6.2 暖棚法施工应符合下列要求:

7.6.2.1 当采用暖棚法施工时,棚内各测点温度不得低于 5°C ,并应设专人检测混凝土及棚内温度。暖棚内测温点应选择具有代表性位置进行布置,在离地面 50cm 高度处必须设点,每昼夜测温不应少于 4 次。

7.6.2.2 养护期间应测量棚内湿度,混凝土不得有失水现象。当有失水现象时,应及时采取增湿措施或在混凝土表面洒水养护。

7.6.2.3 暖棚的出入口应设专人管理,并应采取防止棚内温度下降或引起风口处混凝土受冻的措施。

7.6.2.4 在混凝土养护期间应将烟或燃烧气体排至棚外,并应采取防止烟气中毒和防火措施。

7.7 负温养护法

7.7.1 混凝土负温养护法适用于不易加热保温且对强度增长无特殊要求的结构工程。

7.7.2 采取负温养护法施工的混凝土,宜使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,混凝土浇筑后的起始养护温度不应低于 5°C ,并应以浇筑后 5d 内的预计日最低气温来选用防冻剂。

7.7.3 混凝土浇筑后,裸露表面应采用塑料薄膜覆盖保护。

7.7.4 采用负温养护法应加强测温。当混凝土内部温度降到防冻外加剂规定温度之前,混凝土的抗压强度应符合本规程第 7.1.1 的规定。

负温养护法混凝土各龄期的强度可按本规程附录 C 使用。

7.8 硫铝酸盐水泥混凝土施工

7.8.1 硫铝酸盐水泥混凝土可在 $0\sim-25^{\circ}\text{C}$ 的环境下进行施工，适用于下列工程：

(1) 工业与民用建筑工程的钢筋混凝土梁、柱、板、墙的现浇结构；

(2) 多层装配式结构的接头以及小截面和薄壁结构混凝土工程。

7.8.2 下列情况不宜采用硫铝酸盐水泥混凝土施工：

(1) 结构表面系数小于 6m^{-1} 的大体积混凝土结构工程；

(2) 使用条件经常处于温度高于 100°C 的部位或有较高耐火要求的结构工程。

7.8.3 硫铝酸盐水泥应符合国家现行标准《快硬硫铝酸盐水泥》的要求，水泥标号不宜低于 425 号。

7.8.4 硫铝酸盐水泥混凝土冬期施工应选用 NaNO_2 作防冻剂，其掺量宜按表 7.8.4 选用。

| | NaNO ₂ 掺量 | | 表 7.8.4 |
|-------------------------|----------------------|--------|---------|
| 预计当天最低气温(°C) | ≥-5 | -5~-15 | -15~-25 |
| NaNO ₂ 掺量(%) | 0.5~1.0 | 1~3 | 3~4 |

注：掺量按水泥重量计。

7.8.5 用于拼装接头或小截面构件、薄壁结构的硫铝酸盐水泥混凝土施工时，要适当提高拌合物温度，并应保温。

7.8.6 硫铝酸盐水泥不得与硅酸盐类水泥或石灰等碱性材料混合使用。

7.8.7 硫铝酸盐水泥混凝土施工的拌合物，可采用热水拌合，水的温度不宜超过 50°C ，混凝土拌合物温度宜为 $5\sim15^{\circ}\text{C}$ 。水泥不得直接加热或直接与 30°C 以上的热水接触。拌合物坍落度应比普通混凝土坍落度增加 $1\sim2\text{cm}$ 。

7.8.8 硫铝酸盐水泥混凝土采用机械搅拌时，混凝土出罐应注意

将搅拌筒内混凝土排空,并根据气温与混凝土温度情况,每隔 0.5~1h 应刷罐一次。

7.8.9 拌制好的混凝土,应在 30min 内浇筑完毕。混凝土入模温度不得低于 2℃。当混凝土因凝结或冻结而降低流动性后,不得二次加水拌合使用。

7.8.10 硫铝酸盐水泥混凝土浇筑后,应随即在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜防止失水,并根据气温情况随时覆盖保温材料。

7.8.11 硫铝酸盐水泥混凝土施工时,不得采用电热法或蒸汽法养护,可采用暖棚法养护,但养护温度不得高于 30℃。

7.8.12 当硫铝酸盐水泥混凝土在养护期间,混凝土升温较高时,应撤去保温层并确定拆模时间。模板和保温层的拆除应符合本规程第 7.9.5 条规定。

7.9 混凝土质量控制及检查

7.9.1 冬期施工混凝土质量检查除应符合国家现行标准《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB50204)及其他国家有关标准规定外,尚应符合下列要求:

7.9.1.1 检查外加剂质量及掺量。商品外加剂进入施工现场后应进行抽样检验,合格后方准使用。

7.9.1.2 检查水、骨料、外加剂溶液和混凝土出罐及浇筑时温度。

7.9.1.3 检查混凝土从入模到拆除保温层或保温模板期间的温度。

7.9.2 冬期施工测温的项目与次数应符合表 7.9.2 规定。

混凝土冬期施工测温项目和次数 表 7.9.2

| 测 温 项 目 | 测 温 次 数 |
|------------------|-------------------------|
| 室外气温及环境温度 | 每昼夜不少于 4 次,此外还需测最高、最低气温 |
| 搅拌机棚温度 | 每一工作班不少于 4 次 |
| 水、水泥、砂、石及外加剂溶液温度 | 每一工作班不少于 4 次 |

| 测温项目 | 测温次数 |
|---------------|------------|
| 混凝土出罐、浇筑、入模温度 | 每一工作班不少于4次 |

注：室外最高最低气温测量起、止日期为本地区冬期施工起始至终了时止。

7.9.3 混凝土养护期间温度测量应符合下列规定：

7.9.3.1 蓄热法或综合蓄热法养护从混凝土入模开始至混凝土达到受冻临界强度，或混凝土温度降到 0°C 或设计温度以前，应至少每隔6h测量一次。

7.9.3.2 掺防冻剂的混凝土在强度未达到本规程第7.1.1条规定之前应每隔2h测量一次，达到受冻临界强度以后每隔6h测量一次。

7.9.3.3 采用加热法养护混凝土时，升温 and 降温阶段应每隔1h测量一次，恒温阶段每隔2h测量一次。

7.9.3.4 全部测温孔均应编号，并绘制布置图。测温孔应设在有代表性的结构部位和温度变化大易冷却的部位，孔深宜为10~15cm，也可为板厚的1/2或墙厚的1/2。

测温时，测温仪表应采取与外界气温隔离措施，并留置在测温孔内不少于3min。

7.9.4 检查混凝土质量除应按国家现行标准《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB50204—92)规定留置试块外，尚须做下列检查：

7.9.4.1 检查混凝土表面是否受冻、粘连、收缩裂缝，边角是否脱落，施工缝处有无受冻痕迹。

7.9.4.2 检查同条件养护试块的养护条件是否与施工现场结构养护条件相一致。

7.9.4.3 采用成熟度法检验混凝土强度时，应检查测温记录与计算公式要求是否相符，有无差错。

7.9.4.4 采用电加热养护时，应检查供电变压器二次电压和二次电流强度，每一工作班不应少于两次。

7.9.5 模板和保温层在混凝土达到要求强度并冷却到 5°C 后方可拆除。拆模时混凝土温度与环境温度差大于 20°C 时，拆模后的

混凝土表面应及时覆盖,使其缓慢冷却。

8 屋面保温及防水工程

8.1 一般规定

8.1.1 冬期进行屋面防水工程施工应选择无风晴朗天气进行,并应依据使用的防水材料控制其施工气温界限,以及利用日照条件提高面层温度。在迎风面宜设置活动的挡风装置。

8.1.2 屋面找平层应符合下列要求:

8.1.2.1 找平层应牢固坚实、表面无凹凸、起砂、起鼓现象。如有积雪、残留冰霜、杂物等应清扫干净。

8.1.2.2 铺设屋面隔汽层和防水层前,找平层应干净、干燥。

注:干燥程度的简易检测方法:将 1m^2 卷材平铺在找平层上,静置 $3\sim 4\text{h}$ 后掀开检查,找平层覆盖部位与卷材上未见水印即可铺设隔气层或防水层。

8.1.2.3 找平层与女儿墙、立墙、天窗壁、变形缝、烟囱等突出屋面结构的连接处,以及找平层的转角处(水落口、檐口、天沟、檐沟、屋脊等),均应做成圆弧。当采用沥青防水卷材的圆弧半径宜为 $100\sim 150\text{mm}$;采用高聚物改性沥青防水卷材时,圆弧半径宜为 50mm ;采用合成高分子防水卷材时,圆弧半径宜为 20mm 。

8.1.3 屋面防水施工时,应先做好层面排水比较集中的部位。凡节点部位均应加铺一层附加层。

8.1.4 在施工中有交叉作业时,应做到合理安排隔气层、保温层、找平层、防水层的各项工序,并宜做到连续操作。对已完成部位应及时覆盖,以免受潮、受冻。穿过屋面防水层的管道设备或预埋件,应在防水施工前安装完毕并做好防水处理。

屋面防水层完工后,不得在其上凿眼打洞,以及堆放施工机具或尖硬物等,并按国家现行标准《屋面工程技术规范》(GB50207)要求进行验收。

8.2 保温层施工

8.2.1 冬期施工采用的屋面保温材料应符合设计要求,并不得含有冰雪、冻块和杂质。

8.2.2 干铺的保温层可在负温度下施工,采用沥青胶结的整体保温层和板状保温层应在气温不低于 -10°C 时施工,采用水泥、石灰或乳化沥青胶结的整体保温层和板状保温层应在气温不低于 5°C 时施工。当气温低于上述要求时,应采取保温、防冻措施。

8.2.3 采用水泥砂浆粘贴板状保温材料以及处理板间缝隙,可采用掺有防冻剂的保温砂浆。防冻剂掺量应通过试验确定。

8.2.4 干铺的板状保温材料在负温施工时,板材应在基层表面铺平垫稳,分层铺设。板块上下层缝应相互错开,缝间隙应采用同类材料的碎屑填嵌密实。

8.2.5 雪天或五级风及以上的天气不得施工。

8.2.6 当采用倒置式屋面进行冬期施工时,应符合以下要求:

8.2.6.1 倒置式屋面冬期施工,应选用憎水性保温材料,施工之前应检查防水层平整度及有无结冰、霜冻或积水现象,合格后方可施工。

8.2.6.2 当采用聚苯乙烯泡沫塑料做倒置屋面的保温层,可用机械方法固定,板缝和固定处的缝隙应用同类材料碎屑和密封材料填实。表面应平整无疵病。

8.2.6.3 倒置屋面的保温层上宜采用红砖、走道板或砾石等块状材料做覆盖保护,铺设厚度按设计要求应均匀一致。

8.3 找平层施工

8.3.1 水泥砂浆找平层施工应符合下列规定:

8.3.1.1 制作水泥砂浆时应依据气温和养护温度要求掺入防冻剂,其掺量应由试验确定。

8.3.1.2 当采用氯化钠防冻剂时宜选用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,严禁使用高铝水泥,砂浆强度不应低于 $3.5\text{N}/$

mm^2 , 施工温度不应低于 -7°C 。氯化钠掺量应按表 8.3.1 采用。

氯化钠掺量(占水重量%)

表 8.3.1

| 项 目 | 施工时室外气温($^{\circ}\text{C}$) | | |
|------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| | 0 \sim -2 | -3 \sim -5 | -6 \sim -7 |
| 用于平面部位 | 2 | 4 | 6 |
| 用于檐口、天沟等部位 | 3 | 5 | 7 |

8.3.2 沥青砂浆找平层施工应符合下列规定:

8.3.2.1 采用沥青砂浆作找平层时,基层应干燥、平整,不得有冰层或积雪。基层应先满涂冷底子油 1 \sim 2 道,待冷底子油干燥后,方可作找平层。

8.3.2.2 沥青砂浆施工温度应符合表 8.3.2 规定。

沥青砂浆施工温度($^{\circ}\text{C}$)

表 8.3.2

| 施工时室外气温 | 搅拌温度 | 铺设温度 | 滚压完毕温度 |
|---------------------------------|----------------|----------------|--------|
| 5°C 以上 | 140 \sim 170 | 90 \sim 120 | 60 |
| 5 \sim -10 $^{\circ}\text{C}$ | 160 \sim 180 | 110 \sim 130 | 40 |

施工应采取分段流水作业和保温等措施。

8.3.2.3 铺设沥青砂浆时按所放的坡度线采取分段流水作业和保温措施,铺抹厚度不应小于 15mm(天沟、屋面突出物的根部 50mm 范围内不小于 25mm),虚铺砂浆的厚度应为实际厚度的 1.3 \sim 1.4 倍。

8.3.3 水泥砂浆预制板找平层施工时,预制板块几何尺寸可选用 500mm \times 500mm \times 25mm,并在正温度下制作达到设计强度。表面干燥后需在暖棚内至少先涂上一道冷底子油。

铺设时,板下应采用厚度 50mm 干砂或炉渣找平并用沥青或沥青砂浆灌缝,施工温度不宜低于 -10°C 。

8.3.4 找平层宜留设分格缝,缝宽宜为 20mm,并嵌填密封材料。当分格缝兼作排汽屋面的排汽道时,可适当加宽,并应与保温层连

通。

分格缝应留设在板端处,其纵横最大间距采用水泥砂浆时不应大于 6m;采用沥青砂浆时,不应大于 4m。

找平层表面宜平整,平整度不应超过 5mm,也不得有酥松、起砂、起皮现象。

8.4 防水层、隔气层施工

8.4.1 冬季施工的屋面防水层采用卷材时,可采用热熔法和冷粘法施工。热熔法施工温度不应低于 -10°C ,冷粘法施工温度不宜低于 -5°C 。当采用涂料做屋面防水层时应使用溶剂型涂料,施工温度不应低于 -5°C 。

8.4.2 热熔法施工宜使用高聚物改性沥青防水卷材,卷材的物理性能应符合表 8.4.2 要求。

高聚物改性沥青防水卷材物理性能

表 8.4.2

| 项 目 | | 性 能 要 求 | | | |
|-----------|-----------|---------------------------------------------|------|-------|-----|
| | | I 类 | II 类 | III 类 | IV |
| 拉伸性能 | 拉力不小于 N | 400 | 400 | 50 | 200 |
| | 延伸率不小于 % | 30 | 5 | 200 | 3 |
| 耐 热 度 | | $80\pm 2^{\circ}\text{C}$, 2h 不流淌, 无集中性气泡 | | | |
| 低 温 柔 性 | | $-5\sim 25^{\circ}\text{C}$, 绕规定直径圆棒, 无龟裂 | | | |
| 不透水性 | 压力(MPa) | 不小于 0.2 | | | |
| | 保持时间(min) | 不小于 30 | | | |
| 紫 外 线 老 化 | | 1000W, $50\pm 2^{\circ}\text{C}$, 200h 不龟裂 | | | |

注: I~IV类:分别为聚脂毡胎、麻布胎、聚乙烯膜胎、玻纤毡胎胎体的卷材。

8.4.3 热熔法铺贴卷材应符合下列规定:

8.4.3.1 涂刷基层处理剂宜使用快挥发的溶剂配制,涂刷后应干燥 10h 及以上,干燥后应及时铺贴。

8.4.3.2 在水落口、管子根、烟囱等容易发生渗漏的薄弱部位，应在距中心 200mm 范围内涂刷一遍溶剂型涂料（聚氨脂涂料等），使干燥后形成一层无缝弹性整体附加层。

8.4.3.3 热熔铺贴防水层应采用满粘法。当坡度小于 3% 时，卷材与屋脊应平行铺贴；坡度大于 15% 时卷材与屋脊应垂直铺贴；坡度为 3%~15% 时，可平行或垂直屋脊铺贴。铺贴时应采用喷灯（或热喷枪）均匀加热基层和卷材，喷灯（或热喷枪）距卷材的距离宜为 0.5m，不得过分加热或烧穿，应待卷材表面熔化后，缓缓地滚铺铺贴。

8.4.3.4 卷材搭接应按设计规定，当设计无规定时横向搭接宽度宜为 120mm，纵向搭接宽度宜为 100mm。搭接时应采用喷灯（热喷枪）加热搭接部位，趁卷材熔化尚未冷却时，用铁抹子把接缝边抹好，再用喷灯（或热喷枪）均匀细致地密封。

平面与立面相连接的卷材，应由下向上压缝铺贴，并使卷材紧贴阴角，不得有空鼓现象。

8.4.3.5 卷材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。

8.4.4 施工安全应符合下列规定：

8.4.4.1 易燃性材料及辅助材料库和现场严禁烟火并配备适当灭火器材。

8.4.4.2 溶剂型基层处理剂未充分挥发前不得使用喷灯（或热熔喷枪）操作；操作时必须保持火焰与卷材的喷距，严防火灾发生。

8.4.4.3 在大坡度屋面或挑檐等危险部位施工时，施工人员必须配带安全带，四周应设防护措施。

8.4.5 冷粘法施工宜使用合成高分子防水卷材。卷材及胶粘剂的物理性能应符合表 8.4.5-1、表 8.4.5-2 的规定。胶粘剂应采用密封桶包装，贮存在有通风的室内，严禁接近火源和热源。

| 项 目 | | 单 位 | 性 能 要 求 | | |
|----------------------|----------|-------------------|---------|------|-----|
| | | | I 类 | II 类 | III |
| 拉伸强度不小于 | | N/mm ² | 7.0 | 2.0 | 9.0 |
| 断裂伸长率不小于 | | % | 450 | 100 | 10 |
| 低温弯折不断裂 | | ℃ | -40 | -20 | |
| 不透水性 | 压力不小于 | MPa | 0.3 | 0.2 | |
| | 保持时间不小于 | min | 30 | | |
| 热老化保持率 80±2℃ 168h | 拉伸强度不小于 | % | 80 | | |
| | 断裂伸长率不小于 | % | 70 | | |

注：表中 I、II、III 类分别为弹性体、塑性体和加筋卷材。

胶粘剂的物理性能

表 8.4.5-2

| 项 目 | 单 位 | 性能要求 |
|-----------------------|--------|------|
| 粘结剥离强度 | N/10mm | 15 |
| 浸水 168h 后粘结剥离强度保持率不低于 | % | 70 |

8.4.6 冷粘法施工应符合下列要求：

8.4.6.1 涂布基层处理时应将聚氨脂涂膜防水材料的甲料：乙料：二甲笨按 1：1.5：3 的比例配合搅拌均匀，然后均匀涂在基层表面上，干燥时间不应少于 10h。

8.4.6.2 采用聚氨脂涂料做附加层处理时，应将聚氨脂甲料和乙料按 1：1.5 的比例配合搅拌均匀，再均匀涂刷在阴角、水落口和通气口根部的周围，涂刷边缘与中心的距离不应小于 200mm，厚度不应小于 1.5mm，并应在固化 36h 以后，方能进行下一工序施工。

采用常温自硫化丁基橡胶带处理时，应将胶带按图 8.4.6 的尺寸要求剪好粘在预定的基层上。

8.4.6.3 铺贴立面或大坡面合成高分子防水卷材宜用满粘法。胶粘剂应均匀涂刷在基层或卷材底面，并根据其性能，控制涂刷与卷材铺贴的间隔时间。

8.4.6.4 铺贴的卷材应平整顺直粘结牢固，不得有皱折。搭接

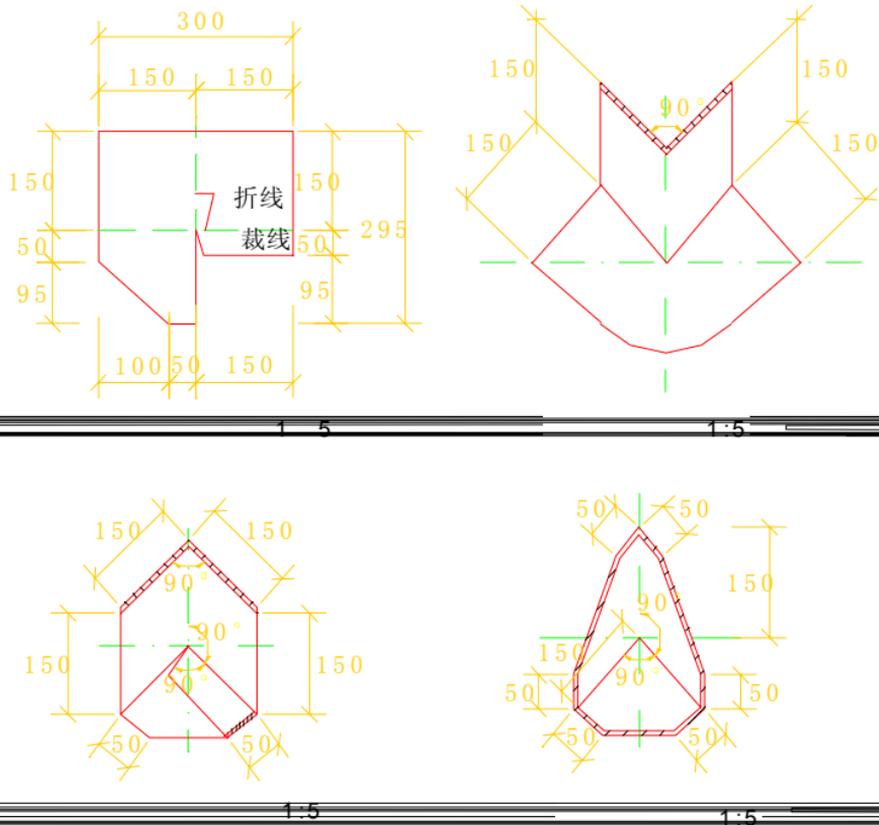


图 8.4.6

尺寸应准确,并应辊压排除卷材下面的空气。

8.4.6.5 卷材铺好压粘后,应及时处理搭接部位。并应采用与卷材配套的接缝专用胶粘剂,在搭接缝粘合面上涂刷均匀。根据专用胶粘剂的性能,应控制涂刷与粘合间隔时间,排除空气、辊压粘结牢固。

8.4.6.6 接缝口应采用密封材料封严,其宽度不应小于10mm。

8.4.7 涂膜屋面防水施工应选用合成高分子防水涂料(溶剂型),其涂料及胎体增强材料的物理性能应符合表 8.4.7-1 和表 8.4.7-2 要求。

涂料贮运环境温度不宜低于 0°C ,并应避免碰撞。保管环境应干燥、通风并远离火源。

| 项 目 | 质 量 标 准 | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | I | II |
| 固体含量(%) | ≥94 | ≥65 |
| 拉伸强度(N/mm ²) | 1.65 | 0.5 |
| 断裂延伸率(%) | 300 | 400 |
| 低温柔性 | -30℃弯折无裂缝 | -20℃弯折无裂缝 |
| 不透水性 | 动水压 0.3MPa 30min 不渗透 | 动水压 0.3MPa 30min 不渗透 |

注：I类为反应固化型防水涂料；II类为挥发固化型防水涂料。

胎体增强材料的物理性能

表 8. 4. 7-2

| 项 目 | | 性 能 要 求 | | |
|------------|-----|--------------|----|-----|
| | | I | II | III |
| 拉力(N/50mm) | 纵 向 | 150 | 45 | 90 |
| | 横 向 | 100 | 35 | 50 |
| 延伸率不小于(%) | 纵 向 | 10 | 20 | 3 |
| | 横 向 | 20 | 25 | 3 |
| 外 观 | | 均匀、无团状、平整无折皱 | | |

注：I类为聚脂无纺布，II类为化纤无纺布，III类为玻璃纤维布。

8. 4. 8 涂膜屋面防水施工应满足下列要求：

8. 4. 8. 1 涂膜防水施工的环境气温不宜低于-5℃，在雨、雪天、五级风及以上时不得施工。

8. 4. 8. 2 基层处理剂可选用有机溶剂稀释而成。使用时应充分搅拌，涂刷均匀，覆盖完全，干燥后方可进行涂膜施工。

8. 4. 8. 3 涂膜防水应由二层以上涂层组成，总厚度应达到设计要求，其成膜厚度不应小于 2mm。

8. 4. 8. 4 施工时可采用涂刮或喷涂。当采用涂刮施工时，每遍涂刮的推进方向宜与前一遍互相垂直，并在前一遍涂料干燥后，方可进行后一遍涂料的施工。

8.4.8.5 使用双组份涂料时应按配合比正确计量,搅拌均匀,已配成的涂料及时使用。配料时可加入适量的稀释剂,但不得混入固化涂料。

8.4.8.6 在涂层中夹铺胎体增强材料时,位于胎体下面的涂层厚度不应小于**1mm**,最上层的涂料层不应少于二遍。胎体长边搭接宽度不得小于**50mm**,短边搭接宽度不得小于**70mm**。采用二层胎体增强材料时,上下层不得互相垂直铺设,搭接缝应错开,间距不应小于一个幅面宽度的**1/3**。

8.4.8.7 天沟、檐沟、檐口、泛水等部位,均应加铺有胎体增强材料的附加层。水落口周围与屋面交接处,应作密封处理,并加铺两层有胎体增强材料的附加层,涂膜伸入水落口的深度不得小于**50mm**,涂膜防水层的收头应用密封材料封严。

涂膜屋面防水工程在涂膜层固化后应做保护层。保护层可采用分格水泥砂浆、或细石混凝土或块材等。

8.4.9 隔气层施工

隔气层可采用气密性好的单层卷材或防水涂料。冬期施工采用卷材时,可采用花铺法施工,卷材搭接宽度不应小于**80mm**;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 装饰工程

9.1 一般规定

9.1.1 用冻结法砌筑的墙,室外抹灰应待其完全解冻后施工;室内抹灰应待抹灰的一面解冻深度不小于墙厚的一半时,方可施工。不得采用热水冲刷冻结的墙面或用热水消除墙面的冰霜。

9.1.2 安排室内抹灰以前,宜先做好屋面防水层及室内封闭保温。

9.1.3 冬期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。若采用火炉取暖时,应采取预防煤气中毒的措施,防止烟气污染,并应在火炉上方吊挂铁板,使煤火热度分散。

9.1.4 室内抹灰的养护温度,不应低于 5°C 。水泥砂浆层应在潮湿的条件下养护,并应通风换气。

9.1.5 冬期抹灰所采用的砂浆应采取保温防冻措施。室外抹灰砂浆内应掺入能降低冰点的防冻剂,其掺量应由试验确定。

9.1.6 室外墙面抹灰后要进行涂料施工时,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,其掺量和使用效果应通过试验确定。

9.1.7 冬期室外装饰工程施工前,宜随外架子搭设,在西、北面应加设挡风措施。

9.1.8 外墙面的饰面板、饰面砖以及马赛克施工,不宜在严寒季节施工,当需要安排施工时,宜采用暖棚法施工。

9.1.9 冬期室内贴壁纸,施工地点温度不应低于 5°C 。

9.2 抹灰工程

9.2.1 在进行室内抹灰前,应将门口和窗口封好,门口和窗口的

边缘及外墙脚手眼或孔洞等亦应堵好,施工洞口、运料口及楼梯间等处应封闭保温;北面房间距地面以上 50cm 处最低温度不应低于 5℃。

9.2.2 砂浆应在搅拌棚中集中搅拌,并应在运输中保温,要随用随拌,防止砂浆冻结。砂浆室内抹灰的环境温度不应低于 5℃。

9.2.3 室内抹灰工程结束后,在 7d 以内,应保持室内温度不低于 5℃。抹灰层可采取加温措施加速干燥。当采用热空气加温时,应注意通风,排除湿气。

9.2.4 室外抹灰采用冷作法施工时,使用水泥砂浆或水泥混合砂浆;砂浆内可掺入 CaCl_2 、 NaCl 、 NaNO_2 等防冻剂。

9.2.5 含氯盐的防冻剂不得用于高压电源部位和有油漆墙面的水泥砂浆基层内。

9.2.6 氯盐防冻剂可掺入硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥拌合的砂浆中,但不得掺入高铝水泥砂浆内。砂浆内氯化钠掺量应符合表 9.2.6-1 规定。

当采用亚硝酸钠外加剂时,砂浆内亚硝酸钠掺量应符合表 9.2.6-2 规定。

防冻剂应由专人配制和使用,配制时可先配制 20%浓度的标准溶液,然后根据气温再配制成使用浓度溶液。

砂浆内氯化钠掺量(占用水重量的%) 表 9.2.6-1

| 项 目 | 室外气温(℃) | |
|-------------------|---------|--------|
| | 0~-5 | -5~-10 |
| 挑檐、阳台、雨罩、墙面等抹水泥砂浆 | 4 | 4~8 |
| 墙面为水刷石、干粘石水泥砂浆 | 5 | 5~10 |

砂浆内亚硝酸钠掺量(占水泥重量的%) 表 9.2.6-2

| 室外气温(℃) | 0~-3 | -4~-9 | -10~-15 | -16~-20 |
|---------|------|-------|---------|---------|
| 掺 量 | 1 | 3 | 5 | 8 |

9.2.7 抹灰基层表面当有冰、霜、雪时,可采用与抹灰砂浆同浓度的防冻剂溶液冲刷,并应清除表面的尘土。

9.2.8 当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。

9.3 饰面工程

9.3.1 冬期室内饰面工程施工可采用热空气或带烟囱的火炉取暖,并应设有通风、排湿装置。室外饰面工程宜采用暖棚法施工,棚内温度不应低于 5°C ,并按常温施工方法操作。

9.3.2 饰面板就位固定后,用 $1:2.5$ 水泥砂浆灌浆,保温养护时间不少于 7d 。

9.3.3 冬期施工外墙饰面石材应根据当地气温条件及吸水率要求选材。安装前可根据块材大小,在结构施工时预埋设一定数量的锚固件。采用螺栓固定的干作业法施工,锚固螺栓应做防水、防锈处理。

9.3.4 釉面砖及外墙面砖在冬期施工时宜在 2% 盐水中浸泡 2h ,并在晾干后方可使用。

9.4 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程

9.4.1 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程应在采暖条件下进行施工。当需要在室外施工时,其最低环境温度不应低于 5°C ,遇有大风、雨、雪时应停止施工。

9.4.2 冬期刷调合漆时,应在其内加入调合漆重量 2.5% 的催干剂和 5% 的松香水,施工时应排除烟气和潮气,防止失光和发粘不干。

9.4.3 室外刷浆应保持施工均衡,粉浆类料浆宜采用热水配制,随用随配并做料浆保温,料浆使用温度宜保持 15°C 左右。

9.4.4 裱糊工程施工时,混凝土或抹灰基层含水率不应大于 8% 。施工中当室内温度高于 20°C ,且相对湿度大于 80% 时,应开窗换气,防止壁纸皱折起泡。

9.4.5 玻璃工程冬期施工时,应将玻璃、镶嵌用合成橡胶等材料运到有采暖设备的室内,操作地点环境温度不应低于 5°C 。

9.4.6 外墙铝合金、塑料框、大扇玻璃不宜在冬期安装。

10 钢结构工程

10.1 一般规定

10.1.1 在负温度下进行钢结构的制作和安装时,应按照负温度施工的要求,编制钢结构制作工艺规程和安装施工组织设计。

10.1.2 钢结构制作和安装采用的钢尺和量具,应和土建单位使用的钢尺和量具相同,并应采用同一精度级别进行鉴定。土建结构和钢结构应采取不同的温度膨胀系数差值调整措施。

10.1.3 钢构件在正温度下(夏季、工厂)制作,在负温度下(冬季、露天)安装时,施工中应采取有调整偏差的技术措施。

10.1.4 参加负温度钢结构施工的电焊工应经过负温度焊接工艺培训,考试合格,取得相应的合格证,方能参加钢结构的负温度焊接工作。定位点焊工作应由取得定位点焊合格证的电焊工来担任。

10.2 材 料

10.2.1 在负温度下施工用的钢材,宜采用平炉或氧气转炉 Q235 钢、16Mn、15MnV、16Mnq、15MnVq 钢。其质量标准应分别符合国家现行标准的规定。

10.2.2 在负温度下施工用的钢材,应具有负温冲击韧性保证值, Q235 钢试验温度应为 -20°C , 16Mn 钢、16Mnq 钢、15MnV 钢和 15MnVq 钢试验温度应为 -40°C 。

10.2.3 在负温度下钢结构的焊接梁、柱接头板厚大于 40mm 时,且在板厚方向承受拉力作用时,还要求钢材有板厚方向伸长率的保证。

10.2.4 负温度下施工的钢铸件应按国家现行标准《一般工程用

铸造碳钢》中规定的 ZG200—400、ZG230—450、ZG270—500、ZG310—570 号选用。

10.2.5 钢材及有关连接材料应附有质量证明书,性能应符合设计和产品标准的要求。根据负温度下结构的重要性、荷载特征和连接方法,应按国家标准的规定进行复验。

10.2.6 选用负温度下钢结构焊接用的焊条、焊丝,在满足设计强度要求的前提下,应选择屈服强度较低,冲击韧性较好的低氢型焊条。重要结构可采用高韧性超低氢型焊条。

10.2.7 碱性焊条在使用前应按照产品出厂证明书的规定进行烘焙,烘焙合格后,存放在 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ 烘箱内,使用时应取出放在保温筒内,随用随取。当负温度下使用的焊条外露超过 2h 时,应重新烘焙。焊条的烘焙次数不宜超过 3 次。

10.2.8 焊剂在使用前应按照质量证明书的规定进行烘焙,其含水量不得大于 0.1%。在负温度下露天进行焊接工作时,焊剂重复使用的时间间隔不得超过 2h,当超过时应重新进行烘焙。

10.2.9 气体保护焊采用的二氧化碳,气体纯度不宜低于 99.5% (体积比),含水量不得超过 0.005% (重量比)。

使用瓶装气体时,瓶内气体压力低于 $1\text{N}/\text{mm}^2$ 时应停止使用。在负温度下使用时,要检查瓶嘴有无冰冻堵塞现象。

10.2.10 在负温度下钢结构使用的高强螺栓、普通螺栓应有产品合格证,高强螺栓应在负温下进行扭矩系数、轴力的复验工作,符合要求后方可使用。

10.2.11 钢结构使用的涂料应符合负温度下涂刷的性能要求,不得使用水基涂料。

10.3 钢结构制作

10.3.1 钢结构在负温度下放样时,切割、铣刨的尺寸,应计入在负温度下钢材收缩的影响。

10.3.2 端头为焊接接头的构件下料时,应根据工艺要求预留焊缝收缩量,多层框架和高层钢结构的柱应预留荷载使柱子产

生的压缩变形量。焊接收缩量 and 压缩变形量应与钢材在负温度下产生的收缩变形量相协调。

10.3.3 形状复杂和要求在负温度下弯曲加工的构件,应按制作工艺规定的方向取料。弯曲构件的外侧不应有大于 **1mm** 的缺口和伤痕。

10.3.4 普通碳素结构钢工作地点温度低于 **-20℃**、低合金钢工作地点温度低于 **-15℃** 时不得剪切、冲孔,普通碳素结构钢工作地点温度低于 **-16℃**、低合金结构钢工作地点温度低于 **-12℃** 时不得进行冷矫正和冷弯曲。

10.3.5 负温度下需要对边缘加工的零件应采用精密切割机加工,焊缝坡口宜采用自动切割。采用坡口机、刨条机进行坡口加工时,不得出现鳞状表面。

重要结构的焊缝坡口,应采用机械加工或自动切割加工,不宜采用手工气焊切割加工。

10.3.6 构件的组装必须按工艺规定的顺序进行,应由里往外扩展组拼。焊接结构当在负温度下组拼时,预留焊缝收缩值宜由试验确定,点焊缝的数量和长度应由计算确定。

10.3.7 零件组装应把接缝两侧各 **50mm** 内铁锈、毛刺、泥土、油污、冰雪等清理干净,并保持接缝干燥,没有残留水分。

10.3.8 负温度下焊接中厚钢板、厚钢板、厚钢管的预热温度可由试验确定,当无试验资料时可按表 **10.3.8** 取用。

负温度下焊接钢板、钢管预热温度

表 10.3.8

| | 钢材厚度(mm) | 工作地点温度(℃) | 预热温度(℃) |
|-------|----------|-----------|---------|
| 低碳钢构件 | <30 | -30 以下 | 36 |
| | 30~35 | -30~-10 | 36 |
| | 50~70 | -10~0 | 36 |
| | >70 | 任何温度 | 100 |

| | 钢材厚度(mm) | 工作地点温度(℃) | 预热温度(℃) |
|----------------------------------|----------|-----------|---------|
| 低碳 钢管 构件 | <16 | -30 以下 | 36 |
| | 16~30 | -30~-20 | 36 |
| | 30~40 | -20~-10 | 36 |
| | 40~50 | -10~0 | 36 |
| | >50 | 任何温度 | 100 |
| 16Mn 16Mnq 15MnV 15MnVq | <10 | -26 以下 | 36 |
| | 10~16 | -26~-10 | 36 |
| | 16~24 | -10~-5 | 36 |
| | 24~40 | -5~0 | 36 |
| | >40 | 任何温度 | 100~150 |

10.3.9 在负温度下构件组装定型后进行焊接应符合焊接工艺规定。

单条焊缝的两端应设置引弧板和熄弧板,引弧板和熄弧板的材料应和母材相一致。

严禁在焊接的母材上引弧。

10.3.10 负温度下厚度大于 9mm 的钢板应分多层焊接,焊缝应由下往上逐层堆焊。每一条焊缝应一次焊完,不得中断。当发生焊接中断,在再次施焊时,应先清除焊接缺陷,合格后方可按焊接工艺规定再继续施焊。

10.3.11 在负温度下露天焊接钢结构时,宜搭设临时防护棚。雨水、雪花不得飘落在炽热的焊缝上。

10.3.12 在负温度下厚钢板焊接完成后,在焊缝两侧板厚的 2~3 倍范围内,立即进行焊后热处理,加热温度宜为 150~300℃,并宜保持 1~2h。焊缝焊完或焊后热处理完后,应采取保温措施,并使焊缝缓慢冷却,冷却速度不应大于 10℃/min。

10.3.13 当构件在负温度下进行热矫正时,钢材加热矫正温度应

控制在 750~900℃(暗樱红色)之间,加热矫正后应保温覆盖使其缓慢冷却。

10.3.14 在负温度下制作的钢构件在进行外形尺寸检查验收时,应考虑检查当时的温度影响。

焊缝外观检查必须全部合格,等强接头和要求焊透的焊缝必须 100%超声波检查,其余焊缝可按 30%~50%超声波抽样检查。如设计有要求时,应按设计要求的数量进行检查。

负温度下超声波探伤仪用的探头与钢材接触面间应使用不冻结的油基耦合剂。

10.3.15 不合格的焊缝应铲除重焊,并仍应按在负温度下钢结构焊接工艺的规定进行施焊,焊后应采用同样的检验标准检验合格。

10.3.16 在温度低于 0℃的钢构件上涂刷防腐涂层前,应进行涂刷工艺试验。涂刷时必须将构件表面的铁锈、油污、边沿孔洞的飞边毛刺等清除干净,并保持构件表面干燥。可用热风或红外线照射干燥,干燥温度和时间应由试验确定。

雨雪天气或构件上有薄冰时不得进行涂刷工作。

10.4 钢结构安装

10.4.1 冬期运输、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。同一型号构件叠放时,构件应保持水平,垫块应在同一垂直线上,并应防止构件溜滑。

10.4.2 钢结构安装前除按常温规定要求内容进行检查外,尚应根据负温度下条件的要求对构件质量进行详细复验。凡是在制作中漏检和运输、堆放中造成的构件变形等,偏差大于规定影响安装质量时,应在地面进行修理、矫正,符合设计和规范要求后方可起吊安装。

10.4.3 在负温度下绑扎、起吊钢构件用的钢索与构件直接接触时,应加防滑隔垫。凡是与构件同时起吊的节点板、安装人员用的挂梯、校正用的卡具,应用绳索绑扎牢固。直接使用吊环、吊耳起吊构件时要检查吊环、吊耳连接焊缝有无损伤。

- 10.4.4** 在负温度下安装构件时,应根据气温条件编制钢构件安装顺序图表,施工中严格按照规定的顺序进行安装。平面上应从建筑物的中心逐步向四周扩展安装,立面上宜从下部逐件往上安装。
- 10.4.5** 钢结构安装的焊接工作应编制焊接工艺。在各节柱的一层构件安装、校正、栓接并预留焊缝收缩量后,平面上应从结构中心开始向四周对称扩展焊接,不得从结构外圈向中心焊接,一个构件的两端不得同时进行焊接。
- 10.4.6** 构件上有积雪、结冰、结露时,安装前应清除干净,但不得损伤涂层。
- 10.4.7** 在负温度下安装钢结构用的专用机具应按负温度要求进行检验。
- 10.4.8** 在负温度下安装柱子、主梁、支撑等大构件时应立即进行校正,位置校正正确后应立即进行永久固定。当天安装的构件,应形成空间稳定体系。
- 10.4.9** 高强螺栓接头安装时,构件的摩擦面应干净,不得有积雪、结冰,并不得雨淋、接触泥土、油污等脏物。
- 10.4.10** 多层钢结构安装时,应限制楼面上堆放的荷载。施工活荷载、积雪、结冰的重量不得超过钢梁和楼板(压型钢板)的承载能力。
- 10.4.11** 栓钉焊接前,应根据负温度值的大小,对焊接电流、焊接时间等参数进行测定。
- 10.4.12** 在负温度下钢结构安装的质量,除应遵守国家现行标准《钢结构工程施工及验收规范》(GB50205)要求外,尚应按设计的要求进行检查验收。

11 混凝土构件安装工程

11.1 构件的堆放及运输

11.1.1 混凝土构件的运输及堆放前应将运输车辆、构件、垫木及堆放场地的积雪、结冰清除干净,堆放场地应平整、坚实。

11.1.2 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,应符合下列要求:

11.1.2.1 每个构件在满足刚度、承载力条件下,尽量减少支承点数量。

11.1.2.2 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垫起。

11.1.2.3 构件堆放时,如支点为二个及以上时,应考虑土壤的冻胀和融化下沉影响,采取可靠措施后方准予堆放。

11.1.2.4 构件用垫木垫起时,地面与构件之间的间隙应大小150mm。

11.1.3 在回填冻土并经一般压实的场地上堆放构件时,当构件重叠堆放时间长,应根据构件重量,尽量减少重叠层数,底层构件支垫与地面接触面积应适当的加大。在冻土融化之前应采取防止冻土融化下沉使构件产生变形和破坏的措施。

11.1.4 构件运输时其混凝土强度,当设计无具体规定时,不应小于混凝土设计强度标准值的75%。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,应与运输车固定并防止滑移。

11.2 构件的吊装

11.2.1 吊车行走或桅杆移动的场地应平整,并应采取防滑措施。起吊的支撑点地基必须坚实。

- 11.2.2** 地锚应具有稳定性,回填冻土的重量应符合设计要求,活动地锚应设防滑措施。
- 11.2.3** 构件在正式起吊前,应先松动、后起吊。
- 11.2.4** 凡使用滑行法起吊的构件,应采取控制定向滑行的措施,并防止偏离滑行方向。
- 11.2.5** 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,防止整体倾斜。

11.3 构件的连接与校正

- 11.3.1** 装配整浇式构件接头的冬期施工应根据混凝土体积小,表面系数大,配筋密等特点,应采取相应的保证质量措施。
- 11.3.2** 构件接头采用湿法连接时应符合下列规定:
- 11.3.2.1** 接头部位的积雪、冰霜等应清除干净。
- 11.3.2.2** 承受内力接头的混凝土,在受冻前当设计无要求时,其强度不应低于设计强度标准值的 70%。
- 11.3.2.3** 接头处混凝土的养护应遵照本规程第 7 章有关条文的规定执行。
- 11.3.2.4** 接头处钢筋的焊接,应符合本规程第 6 章有关条文的规定。
- 11.3.3** 混凝土构件预埋连结板的焊接,除应符合本规程第 10 章规定外,并应分段连接,防止累积变形过大影响安装质量。
- 11.3.4** 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。

12 越冬工程维护

12.1 一般规定

12.1.1 对于有采暖要求而不能保证正常采暖的新建工程、跨年施工的在建工程以及停建缓建工程等,在入冬前均应编制越冬维护措施。

12.1.2 越冬工程保温维护,应就地取材。保温层的厚度应由热工计算确定。

12.1.3 在制定越冬维护措施之前应认真检查核对有关工程地质、水文资料、当地气温资料以及地基土的冻胀特征和最大冻结深度。

12.1.4 施工场地和建筑物周围应做好排水,不得使地基和基础被水浸泡。

12.1.5 在山区坡地建造的工程,入冬前应根据地表水流动的方向设置截水沟、泄水沟,但不得在建筑物底部设暗沟和盲沟疏水。

12.1.6 凡按采暖要求设计的房屋竣工后,应及时采暖,并使屋内最低温度保持在 5°C 以上。当不能满足上述要求时,应采取防护措施。

12.2 在建工程

12.2.1 在冻胀土地区建造房屋基础时,应按设计要求做防冻害处理。当设计无要求时,应采取如下措施:

12.2.1.1 当采用独立式基础或桩基时,基础梁下部应进行捣空处理。强冻胀性土可预留 200mm ,弱冻胀性土预留 $100\sim 150\text{mm}$,空隙两侧应用立砖挡土回填。

12.2.1.2 当采用毛石砌筑基础或短桩基础时,应考虑冻胀影

响,可在基础侧壁回填厚度为 150~200mm 的混砂、炉渣或贴一层油纸,其深度宜为 800~1200mm。

12.2.1.3 浅埋基础越冬时,应覆盖保温材料保护。

12.2.2 设备基础、构架基础、支墩、地下沟道以及地墙等越冬工程,均不得在已冻结的土层上施工。上述工程越冬时有可能遭冻,应进行维护。

12.2.3 支撑在基土上的雨蓬、阳台等悬臂构件的临时支柱,入冬后当不能拆除时,其支点应采取保温防冻胀措施。

12.2.4 水塔、烟囱、烟道等构筑物基础在入冬前应回填至设计标高。

12.2.5 室外地沟、阀门井、检查井等除回填至设计标高外,尚应覆盖盖板进行越冬维护。

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

12.2.7 地下室、地下水池在入冬前应按设计要求进行越冬维护。当设计无要求时,应采取下列措施:

12.2.7.1 基础及外壁侧面回填土应填至设计标高,当不具备回填条件时,应填松土或炉渣进行保温。

12.2.7.2 内部的存积水应排净;底板应采用保温材料覆盖,覆盖厚度应由热工计算确定。

12.3 停、缓建工程

12.3.1 冬期停、缓建工程应停在下列位置:

12.3.1.1 混合结构可停在基础上部地梁位置,楼层间的圈梁或楼板上皮标高位置。

12.3.1.2 现浇混凝土框架应停留在施工缝位置。

12.3.1.3 烟囱、冷却塔或筒仓宜停留在基础上皮标高或筒身任何水平位置。

12.3.1.4 混凝土水池底部,应按施工缝要求确定,并应设有止水设施。

12.3.2 已开挖的基坑(槽)不宜挖至设计标高,应预留 200~300mm;越冬时应对基底保温维护,待复工后挖至设计标高。

12.3.3 混凝土结构工程停、缓建时,入冬前混凝土的强度应符合下列要求:

12.3.3.1 越冬期间不承受外力的结构构件,在入冬前混凝土强度除按设计要求外,尚应符合本规程第 7.1.1 条要求。

12.3.3.2 装配式结构构件的整浇接头,混凝土强度不得低于设计强度标准值的 70%。

12.3.3.3 预应力混凝土结构强度不应低于混凝土设计强度标准值的 75%;后张法预应力混凝土孔道灌浆应在正温下进行,灌注的水泥浆或砂浆强度不应低于 20N/mm²。

12.3.3.4 升板结构应将柱帽浇筑完,使混凝土达到设计要求的强度等级。

12.3.4 对于各类停、缓建的基础工程,顶面均应弹出轴线,标注标高后,用炉渣或松土回填保护。

12.3.5 装配式厂房柱子吊装就位后,应按设计要求嵌固好;已安装就位的屋架或屋面梁,应安装上支撑系统,并按设计要求固定。

12.3.6 不能起吊的预制构件,除应满足本规程第 11.1.2 条规定外,尚应弹上轴线,作记录。外露铁件应涂刷防锈油漆,螺栓应涂刷防腐油进行保护。

12.3.7 对于有沉降要求的建(构)筑物,应会同有关部门作沉降观测记录。

12.3.8 现浇混凝土框架越冬时,当裸露时间较长,除按设计要求留设伸缩缝外,尚应根据建筑物长度和温差留设后浇缝。后浇缝的位置,应与设计单位研究确定。后浇缝伸出的钢筋应进行保护,待复工后经检查合格方准浇筑混凝土。

12.3.9 屋面工程越冬可采取下列简易维护措施:

12.3.9.1 在已完成的基层上,做一层卷材防水,待气温转暖复工时,经检查认定该层卷材没有起泡、破裂、折皱等质量缺陷时,方可在其上继续铺贴上层卷材。

12.3.9.2 在已完成的基层上,当基层为水泥砂浆无法做卷材防水时,可在其上刷一层冷底子油,涂一层热沥青玛蹄脂做临时防水,但雪后应及时清除积雪。当气温转暖后经检查认定该层玛蹄脂没有起层、空鼓、龟裂等质量缺陷时,可在其上涂刷热沥青玛蹄脂铺贴卷材防水层。

12.3.10 所有停、缓建工程均应由施工单位、建设单位和工程监理部门,对已完工程在入冬前进行检查和评定,并作记录,存入工程档案。

12.3.11 停、缓建工程复工时,应先按图纸对标高、轴线进行复测,并与原始记录对应检查,当偏差超出允许限值时,应分析原因提出处理方案,经与设计、建设、监理单位等各方商定后,方可复工。

附录 A 土壤保温防冻计算

A. 0.1 土壤翻松耙平深度为 25~30cm, 土壤冻结深度 H 可按下式估算:

$$H = a(4P - P^2) \quad (\text{A. 0.1})$$

式中 H ——翻松耙平或松土覆盖后土壤冻结深度(cm);

P ——冻结指数, $P = \frac{\sum tT}{1000}$;

a ——土的防冻计算系数, 按附表 A. 0.1 取用;

t ——土壤冻结时间(d);

T ——土壤冻结期间的室外平均气温(°C)。

A. 0.2 用保温材料覆盖土壤保温防冻时, 所需的保温层厚度, 可按下式估算:

$$h = \frac{H}{\beta} \quad (\text{A. 0.2})$$

式中 h ——土壤的保温防冻所需的保温层厚度(cm);

H ——不保温时的土壤冻结深度(cm);

β ——各种材料对土壤冻结影响系数, 可按表 A. 0.2 取用。

土的防冻计算系数 a

表 A. 0.1

| 土壤保温方法 | P | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 翻松耙平 25~30cm | 15 | 16 | 17 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 30 | 30 |

各种材料对土壤冻结影响系数 β

表 A. 0.2

| 土壤种类 | 保温材料 | | | | | | | | | | | |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 树叶 | 刨花 | 锯末 | 干炉渣 | 茅草 | 膨胀珍珠岩 | 炉渣 | 芦苇 | 草帘 | 泥碳土 | 松散土 | 密实土 |
| 砂土 | 3.3 | 3.2 | 2.8 | 2.0 | 2.5 | 3.8 | 1.6 | 2.1 | 2.5 | 2.8 | 1.4 | 1.12 |

续表

| 保温材料 土壤种类 | 树叶 | 刨花 | 锯末 | 干炉渣 | 茅草 | 膨胀珍珠岩 | 炉渣 | 芦苇 | 草帘 | 泥碳土 | 松散土 | 密实土 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|
| 粉土 | 3.1 | 3.1 | 2.7 | 1.9 | 2.4 | 3.6 | 1.6 | 2.04 | 2.4 | 2.9 | 1.3 | 1.08 |
| 粉质粘土 | 2.7 | 2.6 | 2.3 | 1.6 | 2.0 | 3.5 | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 2.31 | 1.2 | 1.06 |
| 粘土 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.3 | 1.6 | 3.5 | 1.1 | 1.4 | 1.6 | 1.9 | 1.2 | 1.00 |

注：①表中数值适用于地下水位低于 1m 以下；

②当地下水位较高的饱和土时，其值可取 1。

附录 B 混凝土的热工计算

B.1 混凝土搅拌、运输、浇筑温度计算

B.1.1 混凝土拌合温度宜按下列公式计算：

$$T_0 = [0.92(m_{ce}T_{ce} + m_{sa}T_{sa} + m_gT_g) + 4.2T_w(m_w - w_{sa}m_{sa} - w_gm_g) + c_1(w_{sa}m_{sa}T_{sa} + w_gm_gT_g) - c_2(w_{sa}m_{sa} + w_gm_g)] \div [4.2m_w + 0.9(m_{ce} + m_{sa} + m_g)] \quad (\text{B.1.1})$$

式中 T_0 —— 混凝土拌合物温度(°C)；

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(°C)；

T_{ce} —— 水泥的温度(°C)；

T_{sa} —— 砂子的温度(°C)；

T_g —— 石子的温度(°C)；

w_{sa} —— 砂子的含水率(%)；

w_g —— 石子的含水率(%)；

c_1 —— 水的比热容(kJ/kg·K)；

c_2 —— 冰的溶解热(kJ/kg)。

当骨料温度大于 0°C 时, $c_1=4.2, c_2=0$ ；

当骨料温度小于或等于 0°C 时, $c_1=2.1, c_2=335$ 。

B.1.2 混凝土拌合物出机温度宜按下列公式计算：

$$T_1 = T_0 - 0.16(T_0 - T_i) \quad (\text{B.1.2})$$

式中 T_1 —— 混凝土拌合物出机温度(°C)；

T_i ——搅拌机棚内温度(°C)。

B. 1. 3 混凝土拌合物经运输到浇筑时温度宜按下列公式计算：

$$T_2 = T_1 - (\alpha t_1 + 0.032n)(T_1 - T_a) \quad (\text{B. 1. 3})$$

式中 T_2 ——混凝土拌合物运输到浇筑时温度(°C)；

t_1 ——混凝土拌合物自运输到浇筑时的时间(h)；

n ——混凝土拌合物运转次数；

T_a ——混凝土拌合物运输时环境温度(°C)；

a ——温度损失系数(h^{-1})；

当用混凝土搅拌车输送时， $a=0.25$ ；

当用开敞式大型自卸汽车时， $a=0.20$ ；

当用开敞式小型自卸汽车时， $a=0.30$ ；

当用封闭式自卸汽车时， $a=0.1$ ；

当用手推车时， $a=0.50$ 。

B. 1. 4 考虑模板和钢筋的吸热影响，混凝土浇筑成型完成时的温度宜按下式计算：

$$T_3 = \frac{C_c m_c T_2 + C_f m_f T_f + C_s m_s T_s}{C_c m_c + C_f m_f + C_s m_s} \quad (\text{B. 1. 4})$$

式中 T_3 ——考虑模板和钢筋吸热影响，混凝土成型完成时的温度(°C)；

C_c ——混凝土的比热容($\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$)；

C_f ——模板的比热容($\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$)；

C_s ——钢筋的比热容($\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$)；

m_c ——每 m^3 混凝土的重量(kg)；

m_f ——每 m^3 混凝土相接触的模板重量(kg)；

m_s ——每 m^3 混凝土相接触的钢筋重量(kg)；

T_f ——模板的温度，未预热时可采用当时的环境温度(°C)；

T_s ——钢筋的温度，未预热时可采用当时的环境温度(°C)。

B.2 混凝土蓄热养护过程中的温度计算

B.2.1 混凝土蓄热养护开始到任一时刻 t 的温度:

$$T = \eta e^{-\theta \cdot V_{ce} \cdot t} - \varphi e^{-V_{ce} \cdot t} + T_{m,a} \quad (\text{B.2.1})$$

B.2.2 混凝土蓄热养护开始到任一时刻 t 的平均温度:

$$T_m = \frac{1}{V_{ce} t} \left[\varphi e^{-V_{ce} \cdot t} - \frac{\eta}{\theta} e^{-\theta \cdot V_{ce} \cdot t} + \frac{\eta}{\theta} - \varphi \right] + T_{m,a} \quad (\text{B.2.2})$$

其中 θ 、 φ 、 η 为综合参数,按下式计算:

$$\theta = \frac{\omega \cdot K \cdot M}{V_{ce} \cdot C_c \cdot \rho_c}$$

$$\varphi = \frac{V_{ce} \cdot Q_{ce} \cdot m_{ce}}{V_{ce} \cdot C_c \cdot \rho_c - \omega \cdot K \cdot M}$$

$$\eta = T_3 - T_{m,a} + \varphi$$

式中 T ——混凝土蓄热养护开始到任一时刻 t 的温度($^{\circ}\text{C}$);

T_m ——混凝土蓄热养护开始到任一时刻 t 的平均温度($^{\circ}\text{C}$);

t ——混凝土蓄热养护开始到任一时刻的时间(h);

$T_{m,a}$ ——混凝土蓄热养护开始到任一时刻 t 的平均温度($^{\circ}\text{C}$);

ρ_c ——混凝土的质量密度(kg/m^3);

m_{ce} ——每立方米混凝土水泥用量(kg/m^3);

C_c ——混凝土的比热容($\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$);

Q_{ce} ——水泥水化累积最终放热量(kJ/kg);

V_{ce} ——水泥水化速度系数(h^{-1});

ω ——透风系数;

M ——结构表面系数(m^{-1});

K ——结构围护层的总传热系数($\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K}$);

e ——自然对数底,可取 $e=2.72$ 。

注:①结构表面系数 M 值按下式计算:

$$M = \frac{A(\text{混凝土结构表面积})}{V(\text{混凝土结构的体积})}$$

②结构围护层总传热系数按下式计算:

$$K = \frac{3.6}{0.04 + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{K_i}}$$

式中 d_i ——第 i 层围护层厚度(m);

K_i ——第 i 层围护层的导热系数(W/m·K)。

③平均气温 $T_{m,a}$ 取法,可采用蓄热养护开始至 t 时气象预报的平均气温,亦可按每时或每日平均气温计算。

B. 2. 3 水泥水化累积最终放热量 Q_{∞} , 水泥水化速度系数 V_{∞} 及透风系数 ω 取值按表 B. 2. 3-1, B. 2. 3-2 取用。

水泥水化累积最终放热量 Q_{∞} 和水泥水化速度系数 V_{∞}

表 B. 2. 3-1

| 水泥品种及标号 | Q_{∞} (kJ/kg) | V_{∞} (h ⁻¹) |
|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| 525 号硅酸盐水泥 | 400 | 0.013 |
| 525 号普通硅酸盐水泥 | 360 | |
| 425 号普通硅酸盐水泥 | 330 | |
| 425 号矿渣、火山灰、粉煤灰硅酸盐水泥 | 240 | |

透 风 系 数

表 B. 2. 3-2

| 围护层种类 | 透风系数 ω | | |
|-----------------|---------------|------|-----|
| | 小风 | 中风 | 大风 |
| 围护层由易透风材料组成 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| 易透风保温材料外包不易透风材料 | 1.5 | 1.8 | 2.0 |
| 围护层由不易透风材料组成 | 1.3 | 1.45 | 1.6 |

注:小风风速 $V_w < 3\text{m/s}$

中风风速 $3 \leq V_w \leq 5\text{m/s}$

大风风速 $V_w > 5\text{m/s}$

B. 2. 4 当需要计算混凝土蓄热养护冷却至 0°C 的时间时,可根据本规程公式 B. 2. 1 采用逐次逼近的方法进行计算。当蓄热养护条件满足 $\frac{\varphi}{T_{m,a}} \geq 1.5$, 且 $KM \geq 50$ 时,也可按下式直接计算:

$$t_0 = \frac{1}{V_{\infty}} \ln \frac{\varphi}{T_{m,a}} \quad (\text{B. 2. 4})$$

式中 t_0 ——混凝土蓄热养护冷却至 0°C 的时间(h)。

(混凝土冷却至 0°C 的时间内,其平均温度可根据本规程公式 B. 2. 2 取 $t = t_0$ 进行计算。)

附录 C 掺防冻剂混凝土在负温度下各龄期 混凝土强度增长规律

掺防冻剂混凝土在负温度下各龄期混凝土强度增长规律 表 C

| 防冻剂及组成 | 混凝土硬化 平均温度(°C) | 各龄期混凝土强度($f_{cu,k}$ %) | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| | | 7d | 14d | 28d | 90d |
| NaNO ₂ (100%) | -5 | 30 | 50 | 70 | 90 |
| | -10 | 20 | 35 | 55 | 70 |
| | -15 | 10 | 25 | 35 | 50 |
| NaCl(100%) NaCl+CaCl ₂ ($\frac{70\%+30\%}{40\%+60\%}$) | -5 | 35 | 65 | 80 | 100 |
| | -10 | 25 | 35 | 45 | 70 |
| | -15 | 15 | 25 | 35 | 50 |
| NaNO ₂ +CaCl ₂ (50%+50%) | -5 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | -10 | 25 | 40 | 50 | 80 |
| | -15 | 20 | 35 | 45 | 70 |
| | -20 | 15 | 30 | 40 | 60 |
| K ₂ CO ₃ (100%) | -5 | 50 | 65 | 75 | 100 |
| | -10 | 30 | 50 | 70 | 90 |
| | -15 | 25 | 40 | 65 | 80 |
| | -20 | 25 | 40 | 55 | 70 |
| | -25 | 20 | 30 | 50 | 60 |

附录 D 用成熟度法计算混凝土早期强度

D. 0. 1 成熟度法的适用范围及条件应符合下列规定：

(1) 本法适用于不掺外加剂在 50°C 以下正温养护和掺外加剂在 30°C 以下养护的混凝土，亦可用于掺防冻剂负温养护法施工的混凝土。

(2) 本法适用于预估混凝土强度标准值 60% 以内的强度值。

(3) 使用本法预估混凝土强度，需用实际工程使用的混凝土原材料和配合比，制做不少于 5 组混凝土立方体标准试件在标准条件下养护，得出 1d、2d、3d、7d、28d 的强度值。

(4) 使用本法需取得现场养护混凝土的温度实测资料(温度、时间)。

D. 0. 2 用算法估算混凝土强度宜按下列步骤进行：

(1) 用标准养护试件的各龄期强度数据，经回归分析拟合成下列形式曲线方程：

$$f = ae^{-\frac{b}{D}} \quad (\text{D. 0. 2-1})$$

式中 f ——混凝土立方体抗压强度(N/mm^2)；

D ——混凝土养护龄期(d)；

a 、 b ——参数。

(2) 根据现场的实测混凝土养护温度资料，用公式(D. 0. 2-2)计算混凝土已达到的等效龄期(相当于 20°C 标准养护的时间)。

$$t = \sum(a_T \cdot t_T) \quad (\text{D. 0. 2-2})$$

式中 t ——等效龄期(h)；

a_T ——温度为 $T^{\circ}\text{C}$ 的等效系数，按表 D. 0. 2 采用；

t_T ——温度为 $T^{\circ}\text{C}$ 的持续时间(h)。

(3) 以等效龄期 t 作为 D 代入公式(D. 0. 2-1)可算出强度。

D. 0.3 用图解法估算混凝土强度宜按下列步骤进行:

(1) 根据标准养护试件各龄期强度数据,在坐标纸上画出龄期-强度曲线;

(2) 根据现场实测的混凝土养护温度资料,计算混凝土达到的等效龄期;

(3) 根据等效龄期数值,在龄期-强度曲线上查出相应强度值,即为所求值。

温度 T 与等效系数 α_T 表

表 D. 0.2

| 温度 T ($^{\circ}\text{C}$) | 等效系数 (α_T) | 温度 T ($^{\circ}\text{C}$) | 等效系数 (α_T) | 温度 T ($^{\circ}\text{C}$) | 等效系数 (α_T) |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| 50 | 3.16 | 28 | 1.45 | 6 | 0.43 |
| 49 | 3.07 | 27 | 1.39 | 5 | 0.40 |
| 48 | 2.97 | 26 | 1.33 | 4 | 0.37 |
| 47 | 2.88 | 25 | 1.27 | 3 | 0.35 |
| 46 | 2.80 | 24 | 1.22 | 2 | 0.32 |
| 45 | 2.71 | 23 | 1.16 | 1 | 0.30 |
| 44 | 2.62 | 22 | 1.11 | 0 | 0.27 |
| 43 | 2.54 | 21 | 1.05 | -1 | 0.25 |
| 42 | 2.46 | 20 | 1.00 | -2 | 0.23 |
| 41 | 2.38 | 19 | 0.95 | -3 | 0.21 |
| 40 | 2.30 | 18 | 0.91 | -4 | 0.20 |
| 39 | 2.22 | 17 | 0.86 | -5 | 0.18 |
| 38 | 2.14 | 16 | 0.81 | -6 | 0.16 |
| 37 | 2.07 | 15 | 0.77 | -7 | 0.15 |
| 36 | 1.99 | 14 | 0.73 | -8 | 0.14 |
| 35 | 1.92 | 13 | 0.68 | -9 | 0.13 |
| 34 | 1.85 | 12 | 0.64 | -10 | 0.12 |
| 33 | 1.78 | 11 | 0.61 | -11 | 0.11 |
| 32 | 1.71 | 10 | 0.57 | -12 | 0.11 |
| 31 | 1.65 | 9 | 0.53 | -13 | 0.10 |
| 30 | 1.58 | 8 | 0.50 | -14 | 0.10 |
| 29 | 1.52 | 7 | 0.46 | -15 | 0.09 |

算例 1:

某混凝土经试验,测得 20℃ 标准养护条件下各龄期强度如例表 1-1。混凝土浇筑后,初期养护阶段测温记录如例表 1-2。求混凝土浇筑后 38h 的强度。

混凝土标准养护强度

例表 1-1

| 龄期(d) | 1 | 2 | 3 | 7 |
|------------------------|-----|------|------|------|
| 强度(N/mm ²) | 4.0 | 11.0 | 15.4 | 21.8 |

混凝土浇筑后测温记录及计算

例表 1-2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------|-------------|--------------------|------------------|-------|-----------------|
| 从浇筑起算的时间(h) | 温 度 (°C) | 间隔的时间 t_T (h) | 平均温度 T (°C) | a_T | $a_T \cdot t_T$ |
| 0 | 14 | | | | |
| 2 | 20 | 2 | 17 | 0.86 | 1.72 |
| 4 | 26 | 2 | 23 | 1.16 | 2.32 |
| 6 | 30 | 2 | 28 | 1.45 | 2.90 |
| 8 | 32 | 2 | 31 | 1.65 | 3.30 |
| 10 | 36 | 2 | 34 | 1.85 | 3.70 |
| 12 | 40 | 2 | 38 | 2.14 | 4.28 |
| 38 | 40 | 26 | 40 | 2.30 | 59.80 |
| $t = \sum a_T \cdot t_T$ (h) | | | | | 78.2 |

解:

(1) 算法:

①根据例表 1-1 数据进行回归分析求得曲线方程式:

$$f = 29.459e^{-\frac{1.889}{D}} \quad (\text{例 1-1})$$

②根据测温记录,经计算求得等效龄期 $t = 78.2\text{h}$ (3.26d), 见例表 1-2。

③取 t 作为龄期 D 代入公式(例 1-1)求得混凝土强度值:

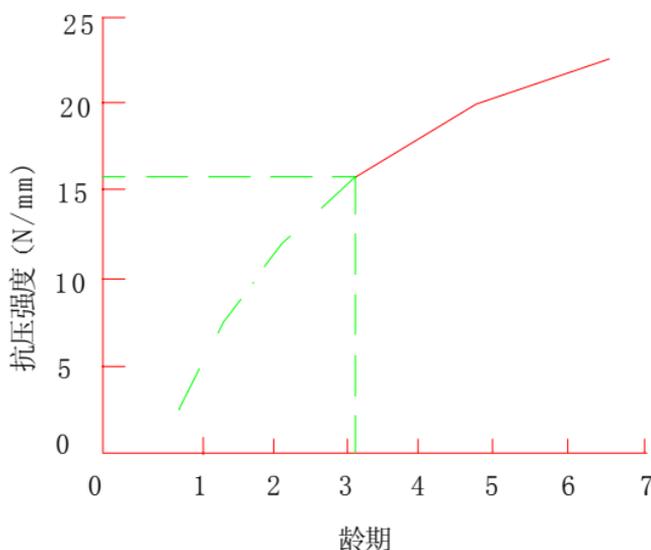
$$f = 29.459e^{-\frac{1.889}{3.26}} = 16.0(\text{N/mm}^2)$$

(2)图解法:

①根据例表 1-1 画出龄期-强度曲线(例图-1);

②根据例表 1-2 计算等效龄期 t ;

③以等效龄期 t 作为龄期,在龄期-强度曲线上,查得相应强度值为 $16\text{N}/\text{mm}^2$,即为所求值。



例图-1 混凝土强度-龄期曲线

D. 0. 4 当采用蓄热法或综合蓄热法养护时,亦可按如下步骤求算混凝土强度:

D. 0. 4. 1 用标准养护试件各龄期强度数据,经回归分析拟合成成熟度-强度曲线方程:

$$f = a \cdot e^{-\frac{b}{M}} \quad (\text{D. 0. 4-1})$$

式中 f ——混凝土抗压强度(N/mm^2);

a 、 b ——参数;

M ——混凝土养护的成熟度($^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$),按下式计算:

$$M = \sum(T + 15)t \quad (\text{D. 0. 4-2})$$

式中 T ——在时间段 t 内混凝土平均温度($^{\circ}\text{C}$);

t ——温度为 T 的持续时间(h)。

D. 0. 4. 2 取成熟度 M 代入公式(D. 0. 4-1)可算出强度 f 。

D. 0. 4. 3 取强度 f 乘以综合蓄热法调整系数 0. 8。

算例 2:

某混凝土采用综合蓄热法养护,浇筑后混凝土测温记录如例表 2-1。用该混凝土成型的试件,在标准条件下养护各龄期强度见表 2-2。求混凝土养护到 80h 时的强度。

解:

(1) 根据标准养护试件的龄期和强度资料算出成熟度,见例表 2-2。

(2) 用例表 2-2 的成熟度-强度数据,经回归分析拟合成如下曲线方程:

$$f = 20.627e^{-\frac{2310.668}{M}}$$

(3) 根据养护测温资料,按公式(D. 0. 4-2)计算成熟度,见例表 2-1。

(4) 取成熟度 M 值代入上式即求出 f 值

$$f = 20.627e^{-\frac{2310.668}{1370}} = 3.8 \text{ N/mm}^2$$

(5) 将所得的 f 值乘以系数 0. 8:

$3.8 \times 0.8 = 3.04 \text{ N/mm}^2$,即为经 80h 养护后混凝土达到的强度。

混凝土浇筑后测温记录及计算

例表 2-1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|----------------|------------------|------------------|-----------|
| 从浇筑起算 养护时间(h) | 实测养护 温度(°C) | 间隔的时间 t (h) | 平均温度 T (°C) | $(T+15)t$ |
| 0 | 15 | | | |
| 4 | 12 | 4 | 13.5 | 114 |
| 8 | 10 | 4 | 11.0 | 104 |
| 12 | 9 | 4 | 9.5 | 98 |
| 16 | 8 | 4 | 8.5 | 94 |
| 20 | 6 | 4 | 7.0 | 88 |
| 24 | 4 | 4 | 5.0 | 80 |
| 32 | 2 | 8 | 3.0 | 144 |
| 40 | 0 | 8 | 1.0 | 128 |
| 60 | -2 | 20 | -1.0 | 280 |
| 80 | -4 | 20 | -3.0 | 240 |
| $\Sigma(T+15)t$ | | | | 1370 |

标准养护各龄期混凝土强度

例表 2-2

| 龄 期(d) | 1 | 2 | 3 | 7 |
|-------------------------|-----|------|------|------|
| 强度 (N/mm ²) | 1.3 | 5.4 | 8.2 | 13.7 |
| 成熟度 (°C · h) | 840 | 1680 | 2520 | 5880 |

附录 E 本规程用词说明

E. 0. 1 执行本规程有关条文时,对于要求严格程度用词说明如下:

- (1) 表示很严格,非这样做不可的用词:
正面词采用“必须”;
反面词采用“严禁”。
- (2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:
正面词采用“应”;
反面词采用“不应”或“不得”。
- (3) 表示允许稍有选择,在条件许可时,首先应这样做的用词:
正面词可采用“宜”或“可”;
反面词采用“不宜”。

E. 0. 2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为:“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。

附加说明

本规程主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位：黑龙江省寒地建筑科学研究院

参 加 单 位：北京市建工集团总公司

中国建筑科学研究院

冶金部冶金建筑研究总院

铁道部科学研究院

新疆建筑科学研究院

中国建筑一局科学研究所

辽宁省建设科学研究院

哈尔滨市建筑工程研究设计院

黑龙江省建设委员会

哈尔滨市建筑工程管理局

黑龙江省机械化施工公司

大庆市第一建筑工程公司

主要起草人：项玉璞 李承孝 赵柏台

韩华光 袁景玉 董天淳

李平壤 孙无二 项翥行

李启隶 邵德生 颌朝华

钱家琦 王康强 张丽华

张连升 周有遗 陈嫣兮

顾德珍 苏 晶