

18 底板大体积混凝土施工工艺标准

18.1 总 则

18.1.1 适用范围

本工艺标准适用于建筑工程底板大体积混凝土和大体积防水混凝土的施工。不适用于环境温度高于 80℃,侵蚀性介质对混凝土构成危害以及建筑结构其他部位大体积混凝土的施工。

18.1.2 规范与标准

- 《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 503—2001);
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002);
- 《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208—2002);
- 《地下防水工程技术规范》(GB 50108—2001);
- 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2001);
- 《建筑工程冬期施工规程》(JGJ 104—97);
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002);
- 《块体基础大体积混凝土施工技术规程》(YBJ 224—91);
- 《泵送混凝土施工技术规程》(JGJ/T 10—95);
- 《预拌混凝土》(GB 14902—92);
- 《混凝土结构设计规范》(GB 50010)。

18.2 术 语

18.2.1 大体积混凝土

最小断面任何一个方向尺寸大于 0.8m 以上的混凝土结构,其尺寸已大到必须采取相应的技术措施降低其温差,控制温度应力与裂缝开展的混凝土。

18.2.2 补偿收缩混凝土

以膨胀剂取代部份水泥或采用膨胀水泥拌制的具有膨胀性能的用于补偿混凝土收缩变形、减少无害裂缝或消除有害裂缝的混凝土。

18.2.3 基准混凝土

与掺有掺合料、外加剂混凝土相对应的，目的在于与不含某种掺合料、外加剂相对比而拌制的不含该种掺合料、外加剂的混凝土。

18.2.4 预拌混凝土

相对现场搅拌而言，在具有严格管理，设备完善的专业搅拌站，实行工厂化生产的混凝土，又称商品混凝土。

18.2.5 后浇带

整体结构中，只在施工期间保留的，为减少温度收缩与不均匀沉降而设置的临时性的变形缝。

18.2.6 加强带

分块施工改连续整体浇筑混凝土，原伸缩缝、后浇带、施工缝被大膨胀率混凝土取代部分或整体施工原设计需增加混凝土膨胀率的部分。

18.2.7 混凝土的龄期

自浇筑混凝土时起算所经历的时间。

18.2.8 后期强度

指定超过 28d 龄期（例如 60d，90d）混凝土的抗压强度。该值不低于设计强度 f_{28} ，即认为满足设计要求。

18.3 基本规定

18.3.1 大体积混凝土的施工与验收应符合本标准的规定；尚应符合相关规范、标准的规定。

18.3.2 大体积混凝土工程施工前应加强业主、监理、设计与施工四方的交流与合作，共同选择确定最优设计与施工方案。

18.3.3 大体积混凝土施工前，施工单位应编制体现技术先进、可行、可确保工程质量且经济的施工方案报施工监理批准后实施。

施工设计应对混凝土在施工过程中混凝土的温度和最后的收缩应力进行双控计算，采取有效的技术措施控制有害裂缝的产生。

18.3.4 混凝土的强度，抗渗等级和裂缝控制必须符合设计要求。

18.3.5 大体积混凝土使用的各种原材、掺合料、外加剂均应具有产品合格证书和性能检验报告；其品种、规格、性能必须符合现行国家产品标准和地方建设主管部门颁发的相关规定，同时应符合施工设计的规定。

18.3.6 当日平均气温低于-15 时不适宜进行大体积混凝土的施工 ;必须施工时要对原材的加热，混凝土搅拌、运输的保温，浇筑环境的升温以及混凝土的养护制订严密的冬施方案。

18.3.7 施工单位应建立完善的质量保证体系和贯彻执行严格的管理制度；明确质量目标；制订有效的技术措施；实施技术交底及各工序的自检。专检和交接检查。

18.3.8 承担配合比设计和试配的试验室应具有相应资质。

18.4 施工准备

18.4.1 技术准备

(1) 准备工作

1) 熟悉图纸，与设计沟通：

了解混凝土的类型、强度、抗渗等级和允许利用后期强度的龄期。

了解底板的平面尺寸、各部位厚度、设计预留的结构缝和后浇带或加强带的位置、构造和技术要求。

了解消除或减少混凝土变形外约束所采取的措施和超长结构一次施工或分块施工所采取的措施。

了解使用条件对混凝土结构的特殊要求和采取的措施。

在可能的情况下，争取降低大体积混凝土的设计强度等级。

2) 依据施工合同和施工条件与业主、监理沟通：

采用预拌混凝土施工在交通管制方面提供连续施工可能性时，才能满足大方量一次浇筑的要求。否则，则宜分块施工。

采用现场搅拌混凝土时，业主应提供足够的施工场地以满足设置混凝土搅拌站和料场的需要，同时尚应提供足够的能源或设置发电设备设施。

施工部门为保证工程质量建议采取的技术措施应报告监理，并通过监理取得设计单位和业主的同意。

(2) 混凝土配合比的设计与试配

1) 委托设计需提供的条件包括混凝土的类型、指定龄期混凝土的强度、抗渗等级、混凝土场内外输送方式与耗时、混凝土的浇筑坍落度、施工期平均气温、混凝土的入模温度及其他要求。委托单位尚应提供混凝土试配所需原材。

2) 混凝土配合比设计除必须满足上述各条件的要求外应尽可能降低混凝土的于缩与温差

收缩。

混凝土配合比试验报告需提供混凝土的初、终凝时间，附按预定程序施工的坍落度损失和坍落度现场调整方法，普通混凝土 7d、28d 的实测收缩率，所选用外加剂的种类和技术要求。

对补偿收缩混凝土尚应按 GBJ 119 的试验方法提供本试验室的，试块在水中养护 14d 的限制膨胀率，该值应大于 0.015%（结构厚在 1m 以下）或 0.02%（结构厚在 1m 以上）；一般底板混凝土的限制膨胀率以 0.02%~0.025%，加强带、后浇缝以 0.035%~0.045%为宜；6 个月混凝土干缩率不大于 0.045%。

混凝土的试配强度以依后期强度换算的 28d 强度为准。对补偿收缩混凝土，若以 7d 强度推算换算的 28d 强度则应以限制膨胀试块的 7d 强度为依据。

3) 混凝土配合比设计的基本要求：

混凝土配合比按设计抗渗水压加 0.2MPa 控制，储备不可过高。

在保证混凝土强度和抗渗性能的条件下应尽可能填加掺合料，粉煤灰应不低于二级，其掺量不宜大于 20%，硅粉掺量不应大于 3%。当有充分根据时掺合料的掺量可适当调高。

送达现场混凝土的坍落度：泵送宜为 80~140mm，其他方式输送宜为 60~120mm，坍落度允许偏差 $\pm 15\text{mm}$ ，到达现场前坍落度损失不应大于 30mm/h，总损失不应大于 60mm。

混凝土最小水泥量不低于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ，掺活性粉料或用于补偿收缩混凝土的水泥用量不少于 $280\text{kg}/\text{m}^3$ 。

根据水泥品种，施工条件和结构使用条件选择化学外加剂。

水灰比宜控制在 0.45~0.5 之间，最高不超过 0.55；用水量宜在 $170\text{kg}/\text{m}^3$ 左右；用于补偿收缩混凝土用水量在 $180\text{kg}/\text{m}^3$ 左右。

粗骨料适宜含量 C30 为 $1150\sim 1200\text{kg}/\text{m}^3$ ；

> C35 为 $1050\sim 1150\text{kg}/\text{m}^3$ 。

砂率宜控制在 35%~45%，灰砂比宜为 1:2~1:2.5。

混凝土中总含碱量使用碱活性骨料时限制在 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 以下。

混凝土中氯离子总含量不得大于水泥用量的 0.3%，当结构使用年限为 100 年时为 0.06%。

① 凝土的初凝应控制在 6~8h 之间，混凝土终凝时间应在初凝后 2~3h。

② 缓凝剂用量不可过高，尤其是在补偿混凝土中应严格限量以防减少膨胀率。

③ 膨胀剂取代水泥量应按结构设计和施工设计所要求的限制膨胀率及产品说明书并经试验确定；其取代水泥量必须充足以满足膨胀率的要求。

4) 混凝土配合比设计应遵循下列规程标准的技术规定：

- 《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55)；
- 《混凝土强度检验评定标准》(GBJ 107—87)；
- 《混凝土质量控制标准》 (GB 50164)；
- 《粉煤灰混凝土应用技术规程》(GBJ 146)；
- 《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119)。

(3) 施工方案编制要点

1) 施工方案的主要内容

工程概况：建筑结构和大体积混凝土的特点——平面尺寸与划分、底板厚度、强度，抗渗等级等；

温度与应力计算：大体积混凝土施工必须进行混凝土绝热温升和外约束条件下的综合温差与应力的计算；对混凝土入模温度、原材料温度调整，保温隔热与养护，温度测量；温度控制、降温速率提出明确要求；

原材选择：配合比设计与试配；

混凝土的供应搅拌：运输与浇筑；

保证质量、安全、消防、环保、环卫的措施。

2) 技术要点

混凝土供应：

a. 大体积混凝土必须在设施完善严格管理的强制式搅拌站拌制。

b. 预拌混凝土搅拌站，必须具有相应资质，并应选择备用搅拌站。

c. 对预拌混凝土搅拌站所使用的膨胀剂，施工单位或工程监理应派驻专人监督其质量、数量和投料计量；最后复核掺入量应符合要求。

d. 混凝土浇筑温度宜控制在 25 以内，依照运输情况计算混凝土的出厂温度和对原材料的温度要求。

e. 原材料温度调整方案的选择：当气温高于 30 时应采用冷却法降温，当气温低于 5 时应采用加热法升温。

f. 原材料降温应依次选用：

水：加冰屑降温或用制冷机提供低温水；

骨料：料场搭棚防烈日暴晒，或水淋或浸水降温；

水泥和掺合料：贮罐设隔热罩或淋水降温，袋装粉料提前存放于通风库房内降温。

g. 罐车：盛夏施工应淋水降温，低温施工应加保温罩。

h. 混凝土输送车辆计算：

$$n = (Q_m / 60V)[(60L/S) + T] \quad (18.4.1-1)$$

式中 n ——混凝土罐车台数；

Q_m ——罐车计划每小时输送量 (m^3/h)；

$$Q_m = Q_{\text{mal8}}\eta$$

Q_{mal8} ——罐车额定输送量 (m^3/h)；

η ——混凝土泵的效率系数，底板取 0.43；

V ——罐车额定容量 (m^3)；

L ——罐车往返一次行程 (km)；

S ——平均车速 (一般为 30km/h)；

T ——一个运行周期总停歇时间(min)，该值包括装卸料、停歇、冲洗等耗时。

底板混凝土施工的流水作业：

- a. 底板分块施工时，每段工程量按可保证连续施工的混凝土供应能力和预期工期确定。
- b. 流水段划分应体现均衡施工的原则。
- c. 流水段的划分应与设计的结构缝和后浇带相一致，非必要时不再增加施工缝。
- d. 施工流水段长度不宜超过 40m。采用补偿收缩混凝土不宜超过 60m，混凝土宜跳仓浇筑。
- e. 在取得设计部门同意时，宜以加强带取代后浇带，加强带间距 30~40m，加强带的宽度宜为 2~3m。
- f. 超长、超宽一次浇筑混凝土可分条划分区域，各区同向同时相互搭接连续施工。
- g. 采用补偿收缩混凝土无缝施工的超长底板，每 60m 应设加强带一道。
- h. 加强带衔接面两侧先后浇筑混凝土的间隔时间不应大于 2h。

混凝土的场内运输和布料：

- a. 预拌混凝土的卸料点至浇筑处；现场搅拌站自搅拌机至浇筑处均应使用混凝土泵输送混凝土和布料。
- b. 混凝土泵的位置应邻近浇筑地点且便于罐车行走、错车、喂料和退管施工。
- c. 混凝土泵管配置应最短，且少设弯头，混凝土出口端应装布料软管。
- d. 施工方案应绘制泵及泵管布置图和泵管支架构造图。
- e. 混凝土泵的需要数量与选型应通过计算确定：

$$N = Q_h / Q_{mal8} \eta \quad (18.4.1-2)$$

式中 N ——混凝土泵台数；

Q_h ——每小时计划混凝土浇筑量 (m^3/h)；

Q_{mal8} ——所选泵的额定输送量 (m^3/h)；

η ——混凝土泵的效率系数，底板取 0.43。

f. 沿基坑周边的底板浇筑可辅以溜槽输送混凝土，溜槽需设受料台（斗），溜槽与边坡处垂线夹角不宜小于 45° 。

g. 底板周边的混凝土也可使用汽车泵布料。

混凝土的浇筑：

a. 底板混凝土的浇筑方法：

厚 1.0m 以内宜采用平推浇筑法：同一坡度，薄层循序推进依次浇筑到顶。

厚 1.0m 以上宜分层浇筑，在每一浇筑层采用平推浇筑法。

厚度超过 2m 时应考虑留置水平施工缝，间断施工。

b. 有可能时应避开高温时间浇筑混凝土。

混凝土硬化期的温度控制：

a. 温控方案选择：当气温高于 30° 以上可采用预埋冷水管降温法；或蓄水法施工；

当气温低于 30° 以下常温应优先采用保温法施工；

当气温低于 -15° 时应采取特殊温控法施工。

b. 蓄水养护应进行周边围挡与分隔，并设供排水和水温调节装备。

c. 必要时可采用混凝土内部埋管冷水降温与蓄热结合或与蓄水结合的养护法。

d. 大体积混凝土的保温养护方案应详示结构底板上表面和侧模的保温方式，材料，构造和厚度。

e. 烈日下施工应采取防晒措施；深基坑空气流通不良环境宜采取送风措施。

f. 玻璃温度计测温：每个测温点位由不少于三根间距各为 100mm 呈三角形布置，分别埋于距板底 200mm，板中间距 5m~1000mm 及距混凝土表面 100mm 处的测温管构成。测温点位间距不大于 6m，测温管可使用水管或铁皮卷焊管，下端封闭，上端开口，管口高于保温层 50~100mm。

g. 电子测温仪测温：建议使用用途广、精度高、直观、操作简单、便于携带的半导体传感器，建筑电子测温仪测温。

每一测温点位传感器由距离板底 200mm，板中间距 500~1000mm，距板表面 50mm 各测温点构成。各传感器分别附着于 16 圆钢支架上。各测温点位间距不大于 6m。

h. 不宜采用热电阻温度计测温，也不推荐热电偶测温。

18.4.2 材料选择

(1) 水泥

1) 应优先选用铝酸三钙含量较低，水化游离氧化钙、氧化镁和二氧化硫尽可能低的低收缩水泥。

2) 应优先选用低、中热水泥；尽可能不使用高强度高细度的水泥。利用后期强度的混凝土，不得使用低热微膨胀水泥。

3) 对不同品种水泥用量及总的水化热应进行估算；当矿渣水泥或其他低热水泥与普通硅酸盐水泥掺入粉煤灰后的水化热总值差异较大时应选用矿渣水泥；无大差异时，则应选用普通硅酸盐水泥而不采用于缩较大的矿渣水泥。

4) 不准使用早强水泥和含有氯化物的水泥。

5) 非盛夏施工应优先选用普通硅酸盐水泥。

6) 补偿收缩混凝土加硫铝酸钙类（明矾石膨胀剂除外）膨胀剂时应选用硅酸盐或普通硅酸盐水泥；其他类水泥应通过试验确定。明矾石膨胀剂可用于普通硅酸盐或矿渣水泥，其他类水泥也需试验。

7) 水泥的含碱量（ $Na_2O + K_2O$ ）应小于 0.6%，尽可能选用含碱量不大于 0.4% 的水泥。

8) 混凝土受侵蚀性介质作用时应使用适应介质性质的水泥。

9) 进场水泥和出厂时间超过三个月或怀疑变质的水泥应作复试检验并合格。

10) 用于大体积混凝土的水泥应进行水化热检验；其 7d 水化热不宜大于 250kJ/kg·K 当混凝土中掺有活性粉料或膨胀剂时应按相应比例测定 7d28d 的综合水化热值。

11) 使用的水泥应符合现行国家标准：

《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB 175）；

《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰质硅酸盐水泥》（GB 1344）；

其他水泥的性能指标必须符合有关标准。

12) 水化热测定标准为：

《水化热试验方法（直接法）》（GB 2022）。

(2) 粗骨料

1) 应选用结构致密强度高不含活性二氧化硅的骨料；石子骨料不宜用砂岩，不得含有蛋

白石凝灰岩等遇水明显降低强度的石子。其压碎指标应低于 16%。

2) 粗骨料应尽可能选择大粒径，但最大不得超过钢筋净距的 3/4；当使用泵送混凝土时应符合表 18.4.2 要求。

混凝土泵允许骨料粒径

表 18.4.2

混凝土管直径(mm)	最大粒径(mm)	
	卵石	碎石
125	40	30
150	50	40
180	70	60
200	80	70
280	100	100

3) 石子粒径：C30 以下可选 5~40mm 的卵石，尽可能选用碎石；

C30~C50 可选 5~31.5mm 的碎石或碎卵石。

4) 石子应连续级配，以 5~10mm 含量稍低为佳，针、片状粒含量应 15%。

5) 含泥量不得大于 1%，泥块含量不得大于 0.25%。

6) 粗骨料应符合相关规范的技术要求：

普通粗骨料：《普通混凝土使用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ 53)；

高炉矿渣碎石《混凝土用高炉渣碎石技术条件》含粉量(粒径小于 0.08mm)不大于 1.5%。

(3) 细骨料

1) 应优先选用中、粗砂，其粉粒含量通过筛孔 0.315mm 不小于 15%；对泵送混凝土尚应通过 0.16mm 筛孔量不小于 5%为宜。

2) 不宜使用细砂。

3) 砂的 SO_3 含量应 < 1%。

4) 砂的含泥量应不大于 3%，泥块含量不大于 0.5%。

5) 使用海砂时，应测定其氯含量，氯离子总量(以干砂重量的酸比计)不应大于 0.06%。

6) 使用天然砂或岩石破碎筛分的产品均应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ 52—92) 的规定。

(4) 水

1) 使用混凝土设备洗刷水拌制混凝土时只可部分利用并应考虑该水中所含水泥和外加剂

对拌合物的影响，其中氯化物含量不得大于 1200mg/L，硫酸盐含量不得大于 2700mg/L。

2) 拌合用水应洁净，质量需符合《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63) 的要求。

(5) 掺合料

1) 粉煤灰：

粉煤灰不应低于级，以球状颗粒为佳；

粉煤灰的 SO_3 含量不应大于 3%；

粉煤灰应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB 1596—91)。

2) 使用其他种掺合料应遵照相应标准规定。

3) 掺合料供应厂商应提供掺合料水化热曲线。

(6) 膨胀剂

1) 地下工程允许使用硫铝酸钙类膨胀剂，不允许使用氧化钙类膨胀剂（氧化钙-硫铝酸钙）。

2) 膨胀剂的含碱量不应大于 0.75%，使用明矾石膨胀剂尤应严格限制。

3) 膨胀剂应选用一等品，膨胀剂供应商应提供不同龄期膨胀率变化曲线。使用膨胀剂的混凝土试件在水中 14d 限制膨胀率不应小于 0.025%；28d 膨胀率应大于 14d 的膨胀率；于空气中 28d 的变形以正值为佳。

4) 膨胀剂应符合《混凝土膨胀剂》(JC 476—2001) 的要求。

(7) 外加剂

1) 大体积混凝土应选用低收缩率特别是早期收缩率低的外加剂，除膨胀剂、减缩剂外，外加剂厂家应提供使用该外加剂的混凝土 1、3、7 和 28d 的收缩率试验报告，任何龄期混凝土的收缩率均不得大于基准混凝土的收缩率。

2) 外加剂必须与水泥的性质相适应。

3) 外加剂带入每立方米混凝土的碱量不得超过 1kg。

4) 非早强型碱水剂应按标准严格控制硫酸钠含量；减水剂含固体量应 30%；减水率应 20%；坍落度损失应 20mm/h

5) 泵送剂、缓凝减水剂应具有良好的减水、增塑、缓凝和保水性，引气量宜介于 3%~5% 之间。对补偿收缩混凝土，使用缓凝剂必须经试验证明可延缓初凝而无其他不良影响。

6) 外加剂氨的释放量不得大于 0.1%。

7) 外加剂应符合下列标准规定：

《混凝土外加剂》(GB 8076)；

《混凝土泵送剂》(JC 473);

《混凝土外加剂中释放氨的限量》(GB 18588)。

18.4.3 主要施工机具仪表

(1) 机械设备、仪表

现场搅拌站——成套强制式混凝土搅拌站，皮带机，装载机，水泵，水箱等。

现场输送混凝土——泵车、混凝土泵及钢、软泵管。

混凝土浇筑——流动电箱、插入式、平板式振动器、抹平机、小型水泵等。

专用——发电机、空压机，制冷机、电子测温仪和测温元件或温度计和测温埋管。

(2) 工具

手推车、串筒、溜槽、吊斗、胶管、铁锹、钢钎、刮杠、抹子等。

18.4.4 作业条件

(1) 施工方案所确定的施工工艺流程，流水作业段的划分，浇筑程序与方法，混凝土运输与布料方式、方法以及质量标准，安全施工等已交底。

(2) 施工道路，施工场地，水、电、照明已布设。

(3) 施工脚手架、安全防护搭设完毕。

(4) 输送泵及泵管已布设并试车。

(5) 钢筋、模板、预埋件，伸缩缝，沉降缝，后浇带或加强带支挡，测温元件或测温埋管，标高线等已检验合格。

(6) 模内清理干净，前一天模板及垫层或防水保护层已喷水润湿并排除积水。

(7) 保湿保温材料已备。

(8) 工具备齐，振动器试运合格。

(9) 现场调整坍落度的外加剂或水泥、砂等原材已备齐，专业人员到位。

(10) 防水混凝土的抗压、抗渗试模备齐。

(11) 钢木侧模已涂隔离剂。

(12) 现场搅拌混凝土的搅拌站已试车正常，材料备齐。

(13) 联络，指挥，器具，已准备就绪。

(14) 需持证上岗人员业经培训，证件完备。

(15) 与社区、城管、交通、环境监管部门已协调并已办理必要的手续。

18.5 材料和质量要点

18.5.1 材料的关键要求

- (1) 选用低热和低收缩水泥；
- (2) 采用低强度等级水泥；
- (3) 控制各种材料和外加剂的含碱量；
- (4) 控制骨料含泥量。

18.5.2 技术的关键要求

- (1) 控制混凝土浇筑成型温度。
- (2) 利用混凝土后期强度或（和）掺入掺合料降低水泥单方用量。
- (3) 控制坍落度及坍落损失符合泵送要求。
- (4) 浇筑混凝土适时二次振捣。抹压消除混凝土早期塑性变形。
- (5) 尽可能延长脱模时间并及时保湿、保温、加强温度监测。

18.5.3 质量的关键要求

- (1) 严格控制混凝土搅拌投料计量。
- (2) 监督膨胀剂加入量。
- (3) 控制混凝土的温差及降温速率。

18.5.4 职业健康的关键要求

- (1) 动力、照明符合用电安全规定。
- (2) 马道，泵管支架牢固，安全防护达标。
- (3) 施工机械试运行合格，工况良好。
- (4) 劳动保护完备。

18.5.5 环境的关键要求

- (1) 采用低噪声设备防止扰民。
- (2) 定向低角度照明降低光污染。
- (3) 运料车遮盖防止扬尘。
- (4) 出厂车辆清洗以防沾污市政道路。
- (5) 施工污水经沉清后有组织排放。

18.6 施工工艺

18.6.1 工艺流程 (图 18.6.1)

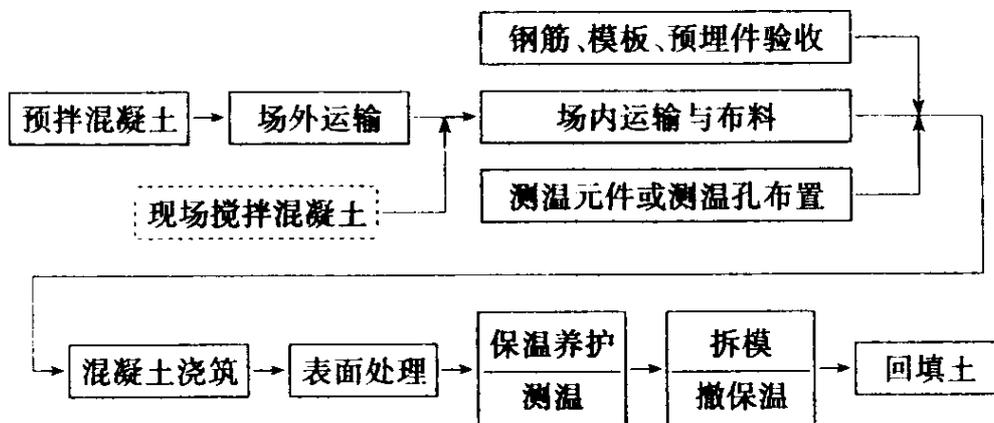


图 18.6.1 工艺流程'

18.6.2 施工操作工艺

(1) 混凝土搅拌

1) 根据施工方案的规定对原材进行温度调节。

2) 搅拌采用二次投料工艺,加料顺序为,先将水和水泥、掺合料、外加剂搅拌约 1min 成水泥浆,然后投入粗、细骨料拌匀。

3) 计量精度每班至少检查二次,计量控制在:外加剂 $\pm 0.5\%$,水泥、掺合料、膨胀剂、水 $\pm 1\%$,砂石 $\pm 2\%$ 以内。

其中加水量应扣除骨料含水量及冰霄重量。

4) 搅拌应符合所用机械说明中所规定的时间,一般不少于 90s,加膨胀剂的混凝土搅拌时间延长 30s,以搅拌均匀为准,时间不宜过长。

5) 出罐混凝土应随时测定坍落度,与要求不符时应由专业技术人员及时调整。

(2) 混凝土的场外运输

1) 预拌混凝土的远距离运输应使用滚筒式罐车。

2) 运送混凝土的车辆应满足均匀、连续供应混凝土的需要。

3) 必须有完善的调度系统和装备,根据施工情况指挥混凝土的搅拌与运送,减少停滞时间。

4) 罐车在盛夏和冬季均应有隔热覆盖。

5) 混凝土搅拌运输车,第一次装料时,应多加二袋水泥。运送过程中筒体应保持慢速转

动；卸料前，筒体应加快运转 20~30S 后方可卸料。

6) 送到现场混凝土的坍落度应随时检验，需调整或分次加入减水剂均应由搅拌站派驻现场的技术人员执行。

(3) 混凝土的场内运输与布料

1) 固定泵（地泵）场内运输与布料：

受料斗必须配备孔径为 50mm×50mm 的振动筛防止个别大颗粒骨料流入泵管，料斗内混凝土上表面距离上口宜为 200mm 左右以防止泵入空气。

泵送混凝土前，先将储料斗内清水从管道泵出，以湿润和清洁管道，然后压入纯水泥浆或 1:1~1:2 水泥砂浆滑润管道后，再泵送混凝土。

开始压送混凝土时速度宜慢，待混凝土送出管子端部时，速度可逐渐加快，并转入用正常速度进行连续泵送。遇到运转不正常时，可放慢泵送速度。进行抽吸往复推动数次，以防堵管。

泵送混凝土浇筑入模时，端部软管均匀移动，使每层布料均匀，不应成堆浇筑。

泵管向下倾斜输送混凝土时，应在下斜管的下端设置相当于 5 倍落差长度的水平配管，若与上水平线倾斜度大于 7° 时应在斜管上端设置排气活塞。如因施工长度有限，下斜管无法按上述要求长度设置水平配管时，可用弯管或软管代替，但换算长度仍应满足 5 倍落差的要求。

沿地面铺管，每节管两端应垫 50mm×100mm 方木，以便拆装；向下倾斜输送时，应搭设宽度不小于 1m 的斜道，上铺脚手板，管两端垫方木支承，泵管不应直接铺设在模板、钢筋上，而应搁置在马凳或临时搭设的架子上。

泵送将结束时，计算混凝土需要量，并通知搅拌站，避免剩余混凝土过多。

混凝土泵送完毕，混凝土泵及管道可采用压缩空气推动清洗球清洗，压力不超过 0.7MPa。方法是先安好专用清洗管，再启动空压机，渐渐加压。清洗过程中随时敲击输送管判断混凝土是否接近排空。管道拆卸后按不同规格分类堆放备用。

泵送中途停歇时间不应多于 60min，如超过 60min 则应清管。

泵管混凝土出口处，管端距模板应大于 500mm。

- ⑪ 盛夏施工，泵管应覆盖隔热。
- ⑫ 只允许使用软管布料，不允许使用振动器推赶混凝土。
- ⑬ 在预留凹坛模板或预埋件处，应沿其四周均匀布料。
- ⑭ 加强对混凝土泵及管道巡回检查，发现声音异常或泵管跳动应及时停泵排除故障。

2) 汽车泵布料：

汽车泵行走及作业应有足够的场地，汽车泵应靠近浇筑区并应有两台罐车能同时就位卸混凝土的条件。

汽车泵就位后应按要求撑开支腿，加垫枕木，汽车泵稳固后方准开始工作。

汽车泵就位与基坑上口的距离视基坑护坡情况而定，一般应取得现场技术主管的同意。

3) 混凝土的自由落距不得大于 2m。

4) 混凝土在浇筑地点的坍落度，每工作班至少检查四次。混凝土的坍落度试验应符合现行《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》(GB/T 50080—2002) 的有关规定。混凝土实测的坍落度与要求坍落度之间的偏差应不大于 $\pm 20\text{mm}$ 。

(4) 混凝土浇筑

1) 混凝土浇筑可根据面积大小和混凝土供应能力采取全面分层、分段分层或斜面分层连续浇筑(图 18.6.2)，分层厚度 300~500mm 且不大于震动棒长 1.25 倍。分段分层多采取踏步式分层推进，一般踏步宽为 1.5~2.5m。斜面分层浇灌每层厚 30~35cm，坡度一般取 1:6~1:7。

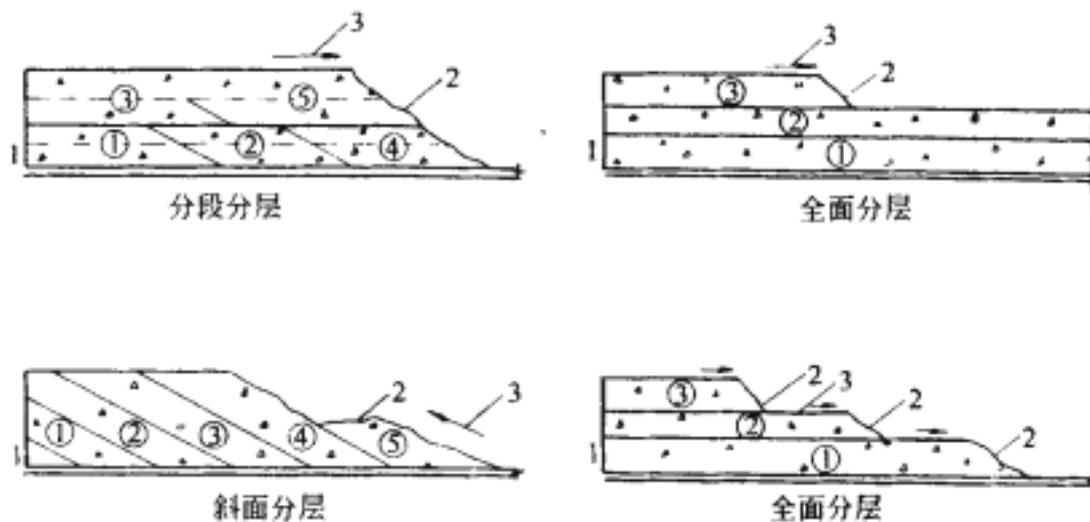


图 18.6.2 底板混凝土浇筑方式

1—分层线；2—新浇灌的混凝土；3—浇灌方向

2) 浇筑混凝土时间应按表 18.6.2 控制。掺外加剂时由试验确定，但最长不得大于初凝时间减 90min。

混凝土搅拌至浇筑完的最大延续时间 (min)

表 18.6.2

混凝土强度	气温		混凝土强度	气温	
	25	> 25		25	> 25
C30	120	90	> C30	90	60

3) 混凝土浇筑宜从低处开始，沿长边方向自一端向另一端推进，逐层上升。亦可采取中间向两边推进，保持混凝土沿基础全高均匀上升。浇筑时，要在下一层混凝土初凝之前浇筑上一层混凝土，避免产生冷缝，并将表面泌水及时排走。

4) 局部厚度较大时先浇深部混凝土，2~4h 后再浇上部混凝土。

5) 振捣混凝土应使用高频振动器，振动器的插点间距为 1.5 倍振动器的作用半径，防止漏振。斜面推进时振动棒应在坡脚与坡顶处插振。

6) 振动混凝土时，振动器应均匀地插拔，插入下层混凝土 50mm 左右，每点振动时间 10~15s 以混凝土泛浆不再溢出气泡为准，不可过振。

7) 混凝土浇筑终了以后 3~4h 在混凝土接近初凝之前进行二次振捣然后按标高线用刮尺刮平并轻轻抹压。

8) 混凝土的浇筑温度按施工方案控制，以低于 25℃ 为宜，最高不得超过 28℃。

9) 间断施工超过混凝土的初凝时应待先浇混凝土具有 1.2N/mm² 以上的强度时才允许后续浇筑混凝土。

10) 混凝土浇筑前应对混凝土接触面先行湿润，对补偿收缩混凝土下的垫层或相邻其他已浇筑的混凝土应在浇筑前 24h 即大量洒水浇湿。

(5) 混凝土的表面处理

1) 处理程序：

2) 混凝土表面泌水应及时引导集中排除。

3) 混凝土表面浮浆较厚时，应在混凝土初凝前加粒径为 2~4cm 的石子浆，均匀撒布在混凝土表面用抹子轻轻拍平。

4) 四级以上风天或烈日下施工应有遮阳挡风措施。

5) 当施工面积较大时可分段进行表面处理。

6) 混凝土硬化后的表面塑性收缩裂缝可灌注水泥素浆刮平。

(6) 混凝土的养护与温控

1) 混凝土侧面钢木模板在任何季节施工均应设保温层。采用砖侧模时在混凝土浇筑前宜回填完毕。

2) 蓄水养护混凝土：混凝土表面在初凝后覆盖塑料薄膜，终凝后注水，蓄水深度不少于 80mm。

当混凝土表面温度与养护水的温差超过 20℃ 时即应注入热水令温差降到 10℃ 左右。非高温雨季施工事先采取防暴雨降低养护水温的挡雨措施。

3) 蓄热法养护混凝土：盛夏采用降温搅拌混凝土施工时，混凝土终凝后立即覆盖塑料

膜和保温层。

常温施工时混凝土终凝后立即覆盖塑料膜和浇水养护，当混凝土实测内部温差或内外温差超过 20 再覆盖保温层。

当气温低于混凝土成型温度时，混凝土终凝后应立即覆盖塑料膜和保温层，在有可能降雨雪时为保持保温层的干燥状态，保温层上表面应覆有不透水的遮盖。

4) 混凝土养护期间需进行其他作业时，应掀开保温层尽快完成随即恢复保温层。

5) 当设计无特殊要求时，混凝土硬化期的实测温度应符合下列规定：

混凝土内部温差（中心与表面下 100 或 50mm 处）不大于 20 ；

混凝土表面温度（表面以下 100 或 50mm）与混凝土表面外 50mm 处的温度差不大于 25 ；对补偿收缩混凝土，允许介于 30 ~ 35 之间；

混凝土降温速度不大于 1.5 /d ；

撤除保温层时混凝土表面与大气温差不大于 20 。

当实测温度不符合上述规定时应及时调整保温层或采取其他措施使其满足温度及温差的规定。

6) 混凝土的养护期限：除满足上条规定外，混凝土的养护时间自混凝土浇筑开始计算，使用普通硅酸盐水泥不少于 14d，使用其他水泥不少于 21d，炎热天气适当延长。

7) 养护期内（含撤除保温层后）混凝土表面应始终保持温热潮湿状态（塑料膜内应有凝结水），对掺有膨胀剂的混凝土尤应富水养护；但气温低于 5 时，不得浇水养护。

（7）测温

1) 测温延续时间自混凝土浇筑始至撤保温后为止，同时应不少于 20d。

2) 测温时间间隔，混凝土浇筑后 1 ~ 3d 为 2h，4 ~ 7d 为 4h，其后为 8h。

3) 测温点应在平面图上编号，并在现场挂编号标志，测温作详细记录并整理绘制温度曲线图，温度变化情况应及时反馈，当各种温差达到 18 时应预警，22 时应报警。

4) 使用普通玻璃温度计测温：测温管端应用软木塞封堵，只允许在放置或取出温度计时打开。温度计应系线绳垂吊到管底，停留不少于 3min 后取出迅速查看温度。

5) 使用建筑电子测温仪测温：附着于钢筋上的半导体传感器应与钢筋隔离，保护测温探头的插头不受污染，不受水浸，插入测温仪前应擦拭干净，保持干燥以防短路。也可事先埋管，管内插入可周转使用的传感器测温。

6) 当采用其他测温仪时应按产品说明书操作。

（8）拆模与回填

底板侧模的拆除应符合 18.6.2 款第（6）条中第 5）项的温度条件，侧模拆除后宜尽快回

慎，否则应与底板面层在养护期内同样予以养护。

(9) 施工缝、后浇带与加强带

1) 大体积混凝土施工除预留后浇带尽可能不再设施工缝，遇有特殊情况必须设施工缝时应按后浇缝处理。

2) 施工缝、后浇带与加强带均应用钢板网或钢丝网支挡。如支模时，在后浇混凝土之前应凿毛清洗。

3) 后浇缝使用的遇水膨胀止水条必须具有缓胀性能，7d 膨胀率不应大于最终膨胀率的 60 %。

4) 膨胀止水条应安放牢固，自粘型止水条也应使用间隔为 500mm 的水泥钉固定。

5) 后浇带和施工缝在混凝土浇筑前应清除杂物、润湿，水平缝刷净浆再铺 10~20mm 厚的 1:1 水泥砂浆或涂刷界面剂并随即浇筑混凝土。

6) 后浇缝与加强带混凝土的膨胀率应高于底板混凝土的膨胀率 0.02% 以上或按设计或产品说明书确定。

18.6.3 冬用施工

(1) 冬期施工的期限：室外日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃ 起至高于 5℃ 止。

(2) 混凝土的受冻临界强度：使用硅酸盐或普通硅酸盐水泥的混凝土应为混凝土强度标准值的 30%，使用矿渣硅酸盐水泥应为混凝土强度标准值的 40%。掺用防冻剂的混凝土，当气温不低于 -15℃ 时不得小于 4N/mm^2 ；当气温不低于 -30℃ 时不得小于 5N/mm^2 。

(3) 冬施的大体积混凝土应优先使用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，水泥强度等级宜为 42.5。

(4) 大体积混凝土底板冬施当气温在 -15℃ 以上时应优先选用蓄热法，当蓄热法不能满足要求时应采用综合蓄热法施工。

(5) 蓄热法施工应进行混凝土的热工计算，决定原材料加热及搅拌温度和浇筑温度，确定保温层的种类，厚度等。并且保温层外应覆盖防风材料封闭。

(6) 综合蓄热法可在混凝土中加少量抗冻剂或掺少量早强剂。搅拌混凝土用粉剂防冻剂可与水泥同时投入。液体防冻剂应先配制成需要的浓度；各溶液分别置于有明显标志的容器内备用；并随时用比重计检验其浓度。

(7) 混凝土浇筑后应尽早复盖塑料膜和保温层且应始终保持保温层的干燥。侧模及平面边角应加厚保温层。

(8) 混凝土冬施所用外加剂应具有适应低温的施工性能，不准使用缓凝剂和缓凝型减水剂，不准使用可挥发氯气的防冻剂。不准使用含氯盐的早强剂和早强减水剂。

(9) 混凝土的浇筑温度应为 10 左右，分层浇筑时已浇混凝土被上层棚出盖时不应低于 2 。

(10) 原材的加热，应优先采用水加热，当气温低于-8 时再考虑加热骨料，依次为砂，再次为石子。加热温度限制示于表 18.6.3-1 。

拌合水及骨料加热最高温度 () 表 18.6.3-1

水 泥	水	骨料
< 52.5 级的普通硅酸盐水泥，矿渣硅酸盐水泥	80	60
> 52.5 级的硅酸盐水泥，普通硅酸盐水泥	60	40

当水及骨料加热到上表温度仍不能满足要求时水可加热到 100 ，但水泥不得与 80 以上的水直接接触。

水宜使用蒸汽加热或用热交换罐加热，在容器中调至要求温度后使用。

砂可利用火坑或加热料斗升温。

水泥、掺合料应提前运入暖棚或罐保温。

(11) 混凝土的搅拌：

- 1) 骨料中不得带有冰雪及冻团；
- 2) 搅拌机应设置于保温棚内，棚温不低于 5 ；
- 3) 使用热水搅拌应先投入骨料、加水，待水温降到 40 左右时再投入水泥和掺合料等。

(12) 混凝土运送应尽量缩短耗时，罐车应有保温被罩。

(13) 混凝土泵应设于挡风棚内，泵管应保温。

(14) 测温项目与次数如表 18.6.32。

混凝土冬期施工测温项目和次数 表 18.6.3-2

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
混凝土初罐、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。

(15) 混凝土浇筑后的测温同常温大体积混凝土的施工要求。

(16) 混凝土拆模和保温层应在混凝土冷却到 5 以后，如拆模时混凝土与环境温差大于 20 则拆模后的混凝土表面仍应覆盖使其缓慢冷却。

18.7 质量标准

18.7.1 主控项目

(1) 大体积防水混凝土的原材料、配合比及坍落度必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、计量措施和现场抽样试验报告。

(2) 大体积防水混凝土的抗压强度和抗渗压力必须符合设计要求。

检验方法：检查混凝土抗压、抗渗试验报告。

(3) 大体积防水混凝土的变形缝、施工缝、后浇带、加强带、埋设件等设置和构造，均须符合设计要求，严禁有渗漏。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

(4) 补偿收缩混凝土的抗压强度，抗渗压力与混凝土的膨胀率必须符合设计要求。

检验方法：现场制作试块进行膨胀率测试。

(5) 大体积混凝土的含碱量应符合规范要求。

检验方法：检查各种原材试验报告，配合比及总含碱量计算书。

18.7.2 一般项目

(1) 大体积防水混凝土结构表面应坚实、平整，不得有露筋、蜂窝等缺陷；埋设件位置应正确。

检验方法：观察和尺量检查。

(2) 防水混凝土结构表面的裂缝宽度不应大于 0.2mm，并不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查。

(3) 防水混凝土结构厚度，其允许偏差为+15mm、-10mm；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm，其允许偏差为 ±10mm。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

(4) 底板结构允许偏差 (mm)：

轴线	15
标高	±10
电梯井长宽对定位中心	+25, 0
表面平整	8/2 m
预埋件中心	10
预埋螺栓	5

检验方法：尺量检查。

18.7.3 检验数量

(1) 防水混凝土抗渗性能，应采用标准条件下养护混凝土抗渗试件的试验结果评定。试件应在浇筑地点制作。

连续浇筑混凝土每 500m^3 应留置一组抗渗试件（一组为 6 个抗渗试件），且每项工程不得少于两组。采用预拌混凝土的抗渗试件，留置组数应视结构的规模和要求而定。

抗渗性能试验应符合现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》（GBJ 82）的有关规定。

(2) 用于检查混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。

取样与试件留置应符合下列规定：

- 1) 每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；
- 2) 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；
- 3) 当一次连续浇筑超过 1000m^3 时，同一配合比的混凝土每 200m^3 取样不得少于一次；
- 4) 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

(3) 底板混凝土外观质量检验数量，应按混凝土外露面积每 100m^2 抽查 1 处，每处 10m^2 ，且不得少于 3 处；细部构造应按全数检查。

18.8 成品保护

18.8.1 跨越模板及钢筋应搭设马道。

18.8.2 泵管下应设置木枋，不准直接摆放在钢筋上。

18.8.3 混凝土浇筑振动棒不准触及钢筋、埋件和测温元件。

18.8.4 测温元件导线或测温管应妥为维护，防止损坏。

18.8.5 混凝土强度达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 之前不准踩踏。

18.8.6 拆模后应立即回填土。

18.8.7 混凝土表面裂缝处理：

裂缝宽 $> 0.2\text{mm}$ 非贯穿裂缝可将表面凿开 $30 \sim 50\text{mm}$ 三角凹槽用掺有膨胀剂的水泥浆或水泥砂浆修补。贯穿性或深裂缝宜用化学浆修补。

18.9 安全环保措施

18.9.1 安全措施

(1) 一般规定

- 1) 所有机械设备均需设漏电保护。
- 2) 所有机电设备均需按规定进行试运转，正常后投入使用。
- 3) 基坑周围设围护栏杆。
- 4) 现场应有足够的照明，动力、照明线需埋地或设专用电杆架空敷设。
- 5) 马道应牢固，稳定具有足够承载力。
- 6) 振动器操作人员应着绝缘靴和手套。

(2) 使用泵车浇筑混凝土

1) 泵车外伸支腿底部应设木板或钢板支垫，泵车离未护壁基坑的安全距离应为基坑深再加 1m；布料杆伸长时，其端头到高压电缆之间的最小安全距离应不小于 8m。

2) 泵车布料杆采取侧向伸出布料时，应进行稳定性验算，使倾覆力矩小于稳定力矩。严禁利用布料杆作起重使用。

3) 泵送混凝土作业过程中，软管末端出口与浇筑面应保持 0.5~1m，防止埋入混凝土内，造成管内瞬时压力增高爆管伤人。

4) 泵车应避免经常处于高压下工作，泵车停歇后再启动时，要注意表压是否正常，预防堵管和爆管。

(3) 使用地泵浇筑混凝土

1) 泵管应敷设在牢固的专用支架上，转弯处设有支撑的井式架固定。

2) 泵受料斗的高度应保证混凝土压力，防止吸入空气发生气锤现象。

3) 发生堵管现象应将泵机反转使混凝土退回料斗后再正转小行程泵送。无效时需拆管排堵。

4) 检修设备时必须先行卸压。

5) 拆除管道接头应先行多次反抽卸除管内压力。

6) 清洗管道不准压力水与压缩空气同时使用，水洗中可改气洗，但气洗中途严禁改用水洗，在最后 10m 应缓慢减压。

7) 清管时，管端应设安全挡板并严禁管端前方站人，以防射伤。

18.9.2 环保措施

- (1) 禁止混凝土罐车高速运行，停车待卸料时应熄火。

- (2) 混凝土泵应设于隔音棚内。
- (3) 使用低噪音振动器。
- (4) 夜间使用聚光灯照射施工点以防对环境造成光污染。
- (5) 汽车出场需经冲洗，冲洗水沉清再用或排除。

18.10 质量记录

18.10.1 测温记录

测温记录表见表 18.10.1。混凝土温度测量曲线图见图 18.10.1

日期 年 月 日

表 18.10.1

时间 测点													
-1													
-2													
-3													

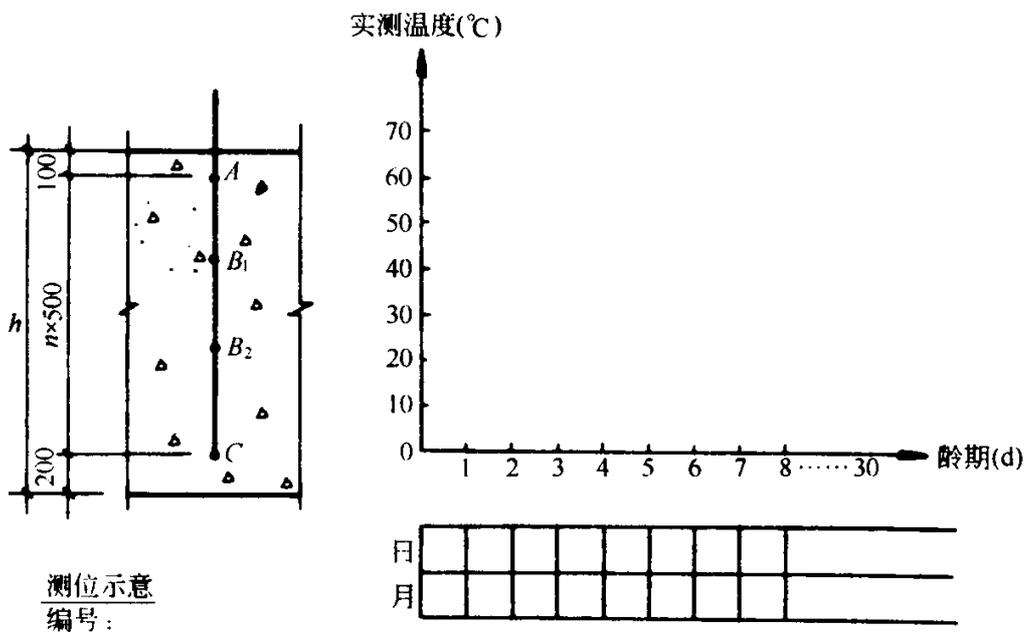


图 18.10.1 混凝土温度测量曲线图

—— A; 平均值 B; - - - - C; - - - - 气温

18.10.2 施工质量验收记录

试块强度、抗渗和工程质量验收均按当地工程管理机构的规定格式填报。

WWW.ZHULONG.COM