

# 目录

第一章 编制依据.....	2
第二章 工程概况.....	3
第三章 施工难点.....	4
第四章 技术准备.....	5
第五章 施工部署.....	36
第六章 混凝土浇筑.....	53
第七章 施工缝处理.....	58
第八章 安全与环保措施.....	62
第九章 附图.....	64

## 第一章编制依据

1.1 设计图纸：北京建筑设计院提供的世纪财富中心项目施工图。

1.2 现行的国家和省、市的有关规范、规程和标准：

建筑地基基础工程施工质量验收规范（GB 50202-2002）

高层建筑箱型基础与筏型基础技术规范（JGJ 6-99）

地下工程防水技术规范（GB 50108-2001）

混凝土结构工程施工及验收规范（GB 50204-2002）

混凝土矿物掺和料应用技术规程（DBJ/T 01-64-2002）

高层建筑混凝土结构技术规程（JGJ 3-2002）

混凝土强度检验评定标准（GB 107-87）

混凝土泵送技术规程（JGJ/T 10-95）

混凝土质量控制标准（GB 50164-92）

建筑机械使用安全技术规程（JGJ 33-2001）

建筑施工安全检查标准（JGJ 59-99）

施工现场临时用电安全技术规范（JGJ 46-88）

建设工程施工现场供用电安全规范（GB 50194-93）

北京市建筑工程施工安全操作规程 (DBJ 01-62-2002)

碱集料反应规程

1.3 世纪财富中心项目施工组织设计。

## 第二章工程概况

本工程位于北京市朝阳区东三环路内北京 CBD 中央商务区，东临关东店南街，南临光华路。

由二栋写字楼和一座裙房组成。总建筑面积为 142268m<sup>2</sup>，地上部分为 103065.6m<sup>2</sup>，地下共 4 层，

建筑面积 39202.4m<sup>2</sup>。

工程结构设计为钢筋混凝土框筒结构，基础设计为平板筏基，基础混凝土总量为 26445m<sup>3</sup>。

两个主楼下的基础厚 3m，裙房和大堂下的基础厚 1.5m，设计中从沉降角度考虑，在 3m 厚和

1.5m 交接处布置了两道宽 1500mm 的后浇带。底板外轮廓东西方向长 116.25m，南北方向长

88.4m；基础底板厚度按厚度分为 1500mm 和 3000mm 两种，顶面标高分别为-19.10m 和

-17.60m。

本工程混凝土全部采用商品混凝土，整个基础划分为 7 个浇筑段进行混凝土浇筑。浇筑段划

分见图 1，各浇筑段基本情况见表 1。

浇筑段划分基本情况表 表 1

浇筑段	I 段		II 段		III 段	IV 段	
	机坑	底板	II-1	II-2		机坑	底板
混凝土量	1843	8519	755.4	2676.1	3139.2	1236.2	7840.5
厚度	3m	3m	1.5m	1.5m	1.5m	3m	3m
计划浇筑时间	2003.8.15	2003.9.5	2003.8.5	2003.8.28	2003.9.2	2003.9.13	2003.10.16

由于本工程底板混凝土为厚大体积混凝土，在“IS09002”中属于“4.9 过程控制”中的特殊过程控制项目，系质量控制重要内容。为确保工程施工质量，特制定本施工方案，以便在施工中遵照执行。

### 第三章施工难点

- 3.1 本工程工期短、时间紧，底板混凝土总量大，3m 厚底板不允许分段，最大浇筑量超过 10000 m<sup>3</sup>。必须全盘考虑、精心安排、采取周密的技术措施保证质量。
- 3.2 底板混凝土浇筑基本安排在夏季，气温高不利于混凝土入模温度的控制。

3.3 底板施工时进出车辆多，多台输送泵同时作业。施工场地狭小、不利于交通和多台输送泵的布置。因此要求业主协助我公司跟有关部门协商解决，借用临近市政道路布置一部分输送泵，解决场地紧张的状况。

3.4 本工程地处 CBD 中心地段，交通不畅。而且商品混凝土的运输车辆受到交通管制。施工前必须在认真调查的基础上做好交通组织方案，并提前向有关部门办好通行许可，保证混凝土连续供应。

3.5 本工程底板混凝土的浇筑时间均安排在气温较高的 8 月和 9 月，此时大气温度高出混凝土的入模温度，长时间的间隔对混凝土的温度和浇筑层之间结合都非常不利。须报请有关部门批准，在混凝土浇筑的特定时间允许夜间施工，使浇筑工作连续进行保证大体积底板的浇筑质量。

## 第四章技术准备

基础底板的施工，除必须满足国家和地方有关规范、标准的规定要求外，采取必要的预控措施防止大体积混凝土由于温度变化和收缩产生裂缝是施工技术准备的关键。根据大体积混凝土裂缝产生的机理，在抗裂验算的基础上通过控制原材料质量、降低混凝土的温差（入模温度、水化热温升）、减小地基的约束以及控制降温速率、充分利用混凝土的应力松弛特性、延长养护

期、表面布置温度筋、加强施工过程控制等几个方面综合安排抗裂技术措施。

#### 4.1 对原材料的要求

拌制混凝土的各种原材料除了必须满足相关国家规范和北京市地标外，还应符合以下规定。

##### 4.1.1 水泥：

1) 采用 32.5 级普通硅酸盐水泥。

2) 采用低水化热水泥，水泥的 7d 水化热指标不高于 275kJ/kg，不得使用带有 R 字样的早强水泥。

3) 水泥的碱含量须满足每立方米混凝土中水泥的总碱量不大于 2.25kg。

##### 4.1.2 粉煤灰：粉煤灰的级别不低于 II 级，不得使用高钙粉煤灰。

4.1.3 粗骨料：宜采用 5~31.5mm 级配均匀的机碎石，含泥量不得大于 1%，孔隙控制在 39% 以内。

4.1.4 细骨料：为减小混凝土的后期收缩，宜采用中粗砂，细度模数 2.5~3.0，不使用人工砂。砂的含泥量不得大于 3%。

##### 4.1.5 外加剂：

4.1.5.1 外加剂应采用低碱、低水化热的外加剂。

4.1.5.2 不得具有早强性能。

4.1.5.3 不添加任何膨胀剂。

4.1.5.4 使用高效减水剂。

4.2 对商品混凝土的要求

除必须满足规范要求外，还应符合以下规定：

4.2.1 混凝土的强度等级要求为 C40 (P10) R90。

4.2.2 水胶比控制 0.45 以下。

4.2.3 砂率控制在 40%以内。

4.2.4 为保证混凝土的抗裂能力，兼顾施工要求，混凝土的入泵坍落度宜控制在 160mm 之内，

误差上限+20mm, 下限-40mm。

4.2.5 缓凝时间宜为 8~10h。

4.2.6 混凝土到工地的温度：

4.2.6.1 对于 II-1 段, 及 I、IV段内的机坑，混凝土到工地的温度不得超过 28℃。

4.2.6.2 对于 II-2 段, III 段底板，混凝土到工地的温度不得超过 25℃。

4.2.6.3 对于 I 段底板，混凝土到工地的温度不得超过 23℃。

4.2.6.4 对于IV段底板，混凝土到工地的温度不得超过 20℃。

4.2.6.5 混凝土供应单位可参考以下措施，也可在保证上述温度指标的前提下，根据企业特点

采用其他措施。

- 1) 外加剂、砂石须遮盖，避免阳光直射，并保持通风，在拌合前 2d 将碎石洒水降温；
- 2) 拌合水应使用地下水，并预先加冰块降温；
- 3) 散装水泥必须提前进料降温，保证拌合时的温度在 35 °C 以下；
- 4) 混凝土运输罐车外罩保温套。

4.2.7 为保证水化热不超过本方案抗裂计算的要求，试配时须对各试配配合比作混凝土或混合胶凝材料的水化热试验，并及时将试验结果上报本项目部总工办。

#### 4.3 主要技术措施

4.3.1 采用 90d 混凝土的强度，同时，经业主、监理和有关专家共同论证，将每立方米混凝土中水泥用量控制在不少于 220kg。综合考虑各种因素，本方案确定每立方米混凝土中水泥用量为：32.5 级普通硅酸盐水泥 230kg。

4.3.2 采用中低水化热水泥，7d 水化热指标不高于 275kJ/kg。

4.3.3 采用三掺法，即在混凝土中同时掺加高炉磨细矿渣粉(S75)和粉煤灰，以保证混凝土强度达到设计要求，同时改善混凝土的和易性。

4.3.4 在满足泵送要求的条件下，降低砂率，防止混凝土因收缩产生裂缝。

4.3.5 不使用膨胀剂。

4.3.6 除设计布置的后浇带外，在 1.5m 厚的底板内增加两条施工后浇带，施工后浇带做法与沉降后浇带相同，在相邻板块浇筑 90d 后用 C45(P10)R28 混凝土浇筑。后浇带的布置如图 1 所示。

4.3.7 分层浇筑，两主楼下 3m 厚的底板内均设有多个机（集水）坑，坑深 3m，且体量较大。综合考虑机坑内降水、总体施工组织、大体积混凝土施工等因素，决定先浇筑机（集水）坑，再浇筑底板。两次浇筑间隔宜控制在 15d 之内。

4.3.8 设计后浇带处断面如图 2 所示，其中 1500mm 厚 500mm 宽的板带长度 74m 超过抗裂计算的最大裂缝间距 54.91m，存在开裂隐患，建议设计将这一条 1500mm 厚 500mm 宽的板带的纵向配筋率提高到 1.2%。

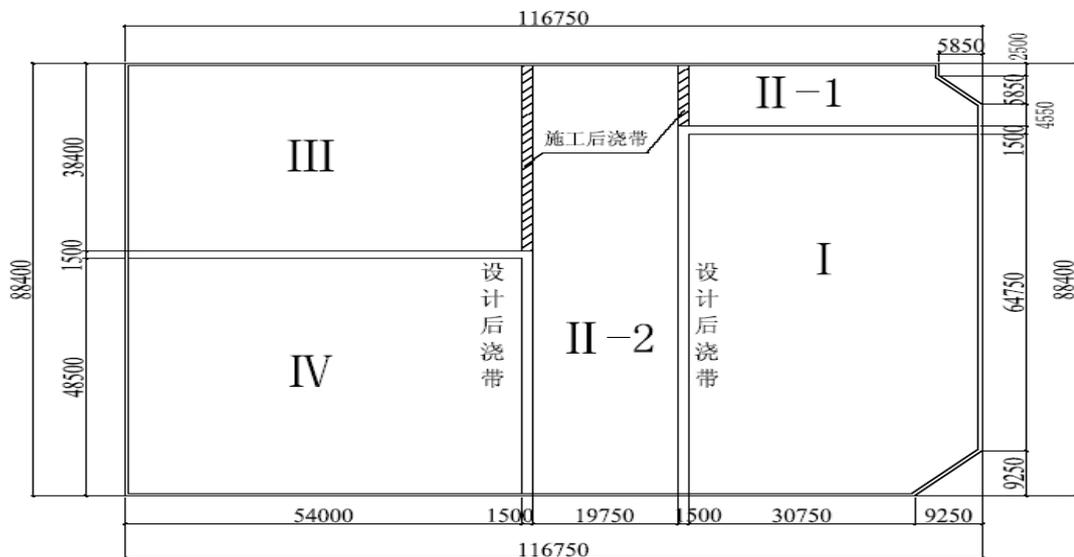


图 1 基础底板分段及后浇带位置

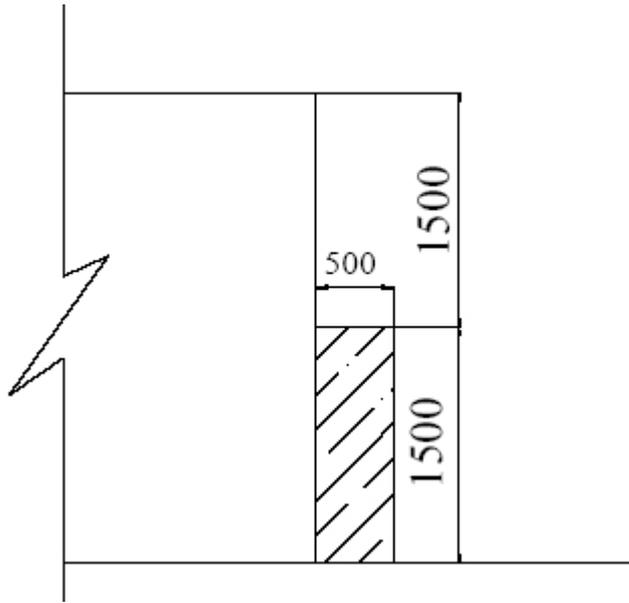


图 2 后浇带处断面图

4.3.9 遵循抗、放结合的原则，为减小地基的水平阻力对底板的约束作用，在底板卷材防水层上干铺两层油毡作为滑动层，为防止水泥浆进入油毡之间，上层油毡搭接处须用聚氨酯粘结。

特殊情况：B 塔下底板分布有四个机坑，四个坑中间的板块处于四边约束状态，边缘拉应力较大，因此，该板块下不设滑动层，不做级配砂石换填，以较大的地基水平阻力减小边缘位移，进而减小边缘拉应力。

4.3.10 在 1.5m 厚底板的的上表面 3m 厚底板有木模的侧面设置 120 @ 4 Φ 的钢筋网片，增强表面抗裂能力。

4.3.11 由于底板计划浇筑时间在最炎热的月份，气温远高于混凝土的入模温度，为尽可能减少浇筑时的冷量损失，浇筑时采取斜面分层、一次到顶的方式，使混凝土的暴露面积最小，混

凝土输送泵管用一层麻袋包裹并经常洒水保持湿润。

4.3.12 混凝土入槽前，对槽内四壁及槽底洒水降温。

4.3.13 浇筑前一天，用毡布覆盖底板钢筋，混凝土浇筑时随浇筑进度逐步揭开。

4.3.14 混凝土初凝前，表面用平板振捣器做两次振捣，改善混凝土的密实性。两次振捣后，用刮杆刮平，再用木抹子做两遍压实抹平，最后表面扫毛。

4.3.15 加强养护，充分利用混凝土的松弛特性降低混凝土的收缩应力。混凝土的中心温度与表面温度差及表面温度与外界温度差可控制在 30℃ 以内。降温速率宜控制在 1.5~2℃。

4.3.15.1 浇筑完成后 14d 内，采用蓄水养护，蓄水深度为 150mm。因底板面积较大，宜采用分格蓄水，蓄水围堰高度不低于 200mm。

4.3.15.2 两次抹面压实后立即盖一层塑料薄膜，同时随浇筑进度分格砌筑蓄水围堰。

4.3.15.3 蓄水养护至少 7d，如果 7d 后，为下道工序施工方便要求改变养护方式，养护方式可改为采用塑料膜加草袋的方式，即一层湿草袋上盖一层塑料薄膜。变换养护方式时，应先铺草袋再洒水。

4.3.15.4 保温保湿养护至少 14d。养护至第 15d 时，根据测温情况和当时天气情况决定是否撤销养护。在施工条件许可的情况下，应尽可能将养护期延长到 30d。

4.3.15.5 后浇带处的养护：

1) 底板后浇带处侧模有木模和快易收口网两种。木模处采用一层阻燃保温草袋外面加盖一层黑色塑料布保温保湿养护。塑料布和草带要绑扎在模板上，与模板密贴。木模的拆模时间，同样在第 15d 根据测温情况决定，如当时施工条件许可，则安排在第 30d 拆模。

2) 快易收口网处采用一层湿草袋外面加盖一层黑色塑料布保温保湿养护。湿草带要绑扎钢筋上与收口网密贴，养护期间草袋必须始终保持浸湿状态。塑料布必须与湿草袋密贴。

3) 后浇带处 500mm 宽 1.5m 厚的板带上表面采用两层草袋两层塑料薄膜养护，即一层湿草袋 + 一层塑料薄膜 + 一层干草袋 + 一层塑料薄膜。

4.3.16 做好浇筑后的测温工作，设专职测温工，及时将测温数据录入预先编制好温度曲线的描绘程序和温度应力的计算程序，实时掌握混凝土内部温度和应力的变化情况，推断下一时段的热度和应力变化趋势，根据计算结果决定是否调整保温层的厚度。

#### 4.4 混凝土的配合比

根据本章第 4.1、4.2、4.3 条确定的原则，参考搅拌站统计资料和试配数据，确定混凝土单方主要材料用量 (kg) 见表 2。

混凝土配合比 (每立方米混凝土主要材料用量) 表 2

水泥  (普通硅酸盐 32.5 级)	粉煤灰  (不低于 II 级)	矿渣粉  (不低于 S75)
--------------------------	-----------------------	----------------------

230	75	80
-----	----	----

详细试配数据参见试配报告。

#### 4.5 1.5m 厚底板的抗裂验算

根据结构特征，选最不利抗裂的 II-2 段进行抗裂验算。

##### 4.5.1 结构特征

外形尺寸：长×宽×高=88.4mm×18.75mm×1.5mm

纵向平均配筋率： $A_g/A=0.71\%$

最大钢筋直径:25mm

混凝土强度等级：C40(P10)R90

$f_c(90)=19.1\text{N/m}$

$f_t(90)=1.71\text{N/m}$

$E_c(90)=3.15\times 10^4\text{N/m}$

计划浇筑时间：2003 年 8 月 25 日。

浇筑时大气温度：按北京专业气象台提供的资料，8 月平均气温为 25.7℃，最高气温为 35.0℃，

最低气温为 17.3℃。

##### 4.5.2 混凝土的入模温度 $T_j$

$T_j=30^{\circ}\text{C}$

#### 4.5.3 各龄期混凝土的中心温度

按照保守状态，在本计算中取 1.5m 厚底板的降温系数为 0.75。

各龄期混凝土内部中心最高温度估算详见表 3。

1.5m 厚底板各龄期混凝土内部中心最高温度估算表 表 3

龄期 (d)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
$T_{\max}$	56.9	49.8	44.1	39.6	33.2	32.6	31.9	30.6	30.3	30

#### 4.5.4 混凝土的内外温差估计，详见表 4。

1.5m 厚底板混凝土的内外温差估计值表 表 4

大气平均温度  $T_q=25.7^{\circ}\text{C}$  大气最低温度  $T_{q\min}=19.2^{\circ}\text{C}$

龄期	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
中心温度	56.9	49.8	44.1	39.6	33.2	32.6	31.9	30.6	30.3	30
表面温度	38.6	35.9	33.8	32.1	29.7	29.4	29.3	28.7	28.6	28
内表温度差	18.3	13.9	10.3	7.5	3.5	3.2	2.7	1.9	1.7	1.6

外表温度差	21.3	18.6	16.5	14.8	12.4	12.1	12	11.4	11.3	10.7
-------	------	------	------	------	------	------	----	------	------	------

#### 4.5.5 最大温度收缩应力计算

为留有充分的安全余量，计算温度收缩应力时，不考虑混凝土升温阶段产生的内部压应力及两端支护结构限位产生的预压应力。

以下分别验算浇筑后第6、9、15、30和60的外约束应力

##### 4.5.5.1 采用公式

$$\sigma_{(t)} = E_{(t)} \times \alpha \times \Delta T \times [1 - 1/\cosh(\beta l/2)] \times S_{(t)}$$

其中，

$$\beta = \sqrt{\frac{C_x}{HE_{(t)}}}$$

$E_{(t)}$ ——混凝土各龄期的弹性模量；

$\alpha$ ——混凝土的线性膨胀系数，取  $1.0 \times 10^{-5}$ ；

$S_{(t)}$ ——考虑徐变影响的应力松弛系数，取  $S_{(t)}=0.5$ ；

$L=88400\text{mm}$ （基础底板长度）；

$H=1500\text{mm}$ （基础底板厚度）。

$C_x$  为地基水平阻力系数，查赵志缙主编《高层建筑施工手册》：在设置滑动层后， $C_x=0.01\sim$

0.03N/mm<sup>3</sup>，偏于安全，在此取  $C_x=0.01\text{N/mm}^3$

$\Delta T$  为最大综合温差， $\Delta T = \text{降温差} \Delta T'(t) + \text{收缩当量温差 } T'y(t)$

4.5.5.2 计算  $E(t)$ ，详见表 5

1.5m 厚底板混凝土各龄期的弹性模量表 表 5

龄期	6	9	15	30	60
$E(t)$	$1.31 \times 10^4$	$1.75 \times 10^4$	$2.33 \times 10^4$	$2.94 \times 10^4$	$3.14 \times 10^4$

4.5.5.3 计算综合温差  $\Delta T$

1) 各龄期混凝土的收缩当量温差  $T'y(t)$

按公式  $\epsilon Y(t) = \epsilon^0 Y (1 - e^{-0.01t}) \times M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ ,

$$T'y(t) = -\epsilon Y(t) / \alpha$$

各系数选用详见表 6:

1.5m 厚底板各龄期混凝土的收缩当量计算用系数表 表 6

龄期 (d)	6	9	12	30	60
M1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M2	1.130	1.130	1.130	1.130	1.130

M3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M4	1.105	1.105	1.105	1.210	1.210
M5	1.120	1.120	1.120	1.000	1.000
M6	1.040	0.960	0.957	0.930	0.930
M7	1.100	1.100	1.100	1.256	1.256
M8	0.780	0.780	0.780	1.000	1.000
M9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\Sigma^*$	1.248	1.152	1.148	1.597	1.597

注：M<sub>1</sub>:水泥种类影响系数；

M<sub>2</sub>:水泥细度影响系数；

M<sub>3</sub>:骨料影响系数；

M<sub>4</sub>:水胶比影响系数；

M<sub>5</sub>:水泥浆量影响系数；

M<sub>6</sub>:龄期；

M<sub>7</sub>:环境湿度系数；

$M_8$ : 截面影响系数;

$M_9$ : 振捣方式;

$M_{10}$ : 配筋率影响系数。

1.5m 厚底板各龄期混凝土的收缩相对变形计算值详见表 7。

1.5m 厚底板各龄期混凝土的收缩相对变形计算值 表 7

龄期 (d)	6	9	15	30	60
$\epsilon Y(t)$	$2.35 \times 10^{-5}$	$3.21 \times 10^{-5}$	$5.1810^{-5}$	$1.34 \times 10^{-4}$	$2.33 \times 10^{-4}$

2) 综合温差  $\Delta T$  详见表 8

1.5m 厚底板各龄期混凝土的综合温差计算值 表 8

龄期	6	9	15	30	60
$\Delta T'_{(t)}$	4.7	8.5	15.8	19.8	25.0
$T' Y_{(t)}$	2.4	3.2	5.2	13.4	23.3
$\Delta T_{(t)}$	7.1	11.7	21.0	33.2	48.4

4.5.5.2 最大外约束应力, 详见表 9

$L=88400\text{mm}$   $H=1500\text{mm}$

$C_x=0.01\text{N/mm}^2$   $f_{t(R90)}=1.71\text{N/mm}^2$

1.5m厚底板各龄期混凝土的最大约束应力值 表9

龄期	6	9	15	30	60
$\beta_i$	2.3E-05	2.0E-05	1.7E-05	1.5E-05	1.5E-05
S(t)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.400
$\sigma(t)$	0.163	0.291	0.554	0.913	1.073
$f_t$	0.681	0.835	1.029	1.293	1.556
$f_t/\sigma(t)$	4.18	2.87	1.86	1.42	1.45

各龄期的抗裂安全度 K 都不小于 1.05，满足抗裂要求。

#### 4.5.6 验算裂缝间距

##### 4.5.6.1 应用公式

$$\text{最小裂缝间距 } L_{\min} = \sqrt{\frac{HE(t)}{C_x}} \times \text{arch} \frac{|\alpha T|}{|\alpha T| - |\epsilon_p|}$$

$$\text{平均裂缝间距 } \bar{L} = 1.5L_{\min}$$

式中  $\alpha$  ——混凝土的线性膨胀系数， $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}$ ；

$\epsilon_p$  ——考虑徐变时钢筋混凝土的极限拉伸；

T ——综合温差。

##### 4.5.6.2 基本参数，详见表 10。

1.5m厚底板基本参数值 表 10

H=1500mm	$f_t (R90) = 1.71\text{MPa}$
$E = 3.15 \times 10^4 \text{MPa}$	$\mu_p = 0.71\%$
$C_x = 0.01 \text{N/mm}^3$	$d = 25\text{mm}$

4.5.6.3 混凝土的极限拉伸，详见表 11。

1.5m厚底板各龄期混凝土的极限拉伸值 表 11

龄期	6	9	15	30	60
$\varepsilon_p(t)$	$6.56 \times 10^{-5}$	$8.04 \times 10^{-5}$	$9.91 \times 10^{-5}$	$1.24 \times 10^{-4}$	$1.50 \times 10^{-4}$

4.5.6.4 综合温差 T，详见表 12。

1.5m厚底板各龄期混凝土的综合温差值 表 12

龄期	6	9	15	30	60
$\Delta T' (t)$	4.7	8.5	15.8	19.8	25.0
$T'_y(t)$	2.4	3.2	5.2	13.4	23.3
$T(t)$	7.1	11.7	21.0	33.2	48.4

4.5.6.5 计算裂缝间距，详见表 13。

1.5m厚底板各龄期混凝土的裂缝间距值 表 13

龄期	6	9	15	30	60
各龄期弹模 E (t)	$1.31 \times 10^4$	$1.75 \times 10^4$	$2.33 \times 10^4$	$2.94 \times 10^4$	$3.14 \times 10^4$
$\beta$	$4.44 \times 10^4$	$5.12 \times 10^4$	$5.92 \times 10^4$	$6.64 \times 10^4$	$6.86 \times 10^4$
L	219	140	111.29	104.2	94.16
Lmin	145.8	93.3	74.2	69.5	57.3

#### 4.6 3m 厚底板抗裂计算

根据结构特征，选最不利抗裂的 I 段进行抗裂验算。

##### 4.6.1 结构特征

外形尺寸：长 $\times$ 宽 $\times$ 高=74.5mm $\times$ 30.75mm $\times$ 3.0mm

纵向平均配筋率： $A_g/A=1.71\%$

最大钢筋直径：32mm

混凝土强度等级：C40(P10)R90

$f_c(R90)=19.1N/m$

$f_t(R90)=1.71N/m$

$$E_c(R90)=3.15 \times 10^4 \text{N/m}$$

计划浇筑时间： 2003 年 9 月 5 日

浇筑时大气温度：按北京专业气象台提供的资料，9 月份平均气温为 20.5℃，最高气温为 35.0℃，最低气温为 10.1℃。

#### 4.6.2 混凝土的入模温度 $T_j$

$$T_j = 30^\circ\text{C}$$

#### 4.6.3 各龄期混凝土的中心温度

按照保守状态，在本计算中取 3m 厚底板的降温系数为 0.85。

各龄期混凝土内部中心最高温度估算详见表 14。

3m 厚底板各龄期混凝土内部中心最高温度估算值 表 14

龄期 (d)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
$T_{\max}$	60.1	54.6	5.03	46	42.3	39.2	36.4	33.7	31.6	30

#### 4.6.4 混凝土内外温差估计，详见表 15。

3m 厚底板混凝土内外温差估计表 表 15

大气平均温度  $T_q=20.5^\circ\text{C}$

大气最低温度

$T_{qmin}=10.1^{\circ}\text{C}$

龄期	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
中心温度	60.1	54.6	5.03	46	42.3	39.2	36.4	33.7	31.6	30
表面温度	35.4	33.3	31.7	30.1	28.7	27.5	26.5	25.5	24.7	24.1
内表温度差	24.7	21.3	18.6	15.9	13.6	11.7	9.9	8.2	6.9	5.9
外表温度差	25.3	23.2	21.6	20	18.6	17.4	16.4	15.4	14.6	14

#### 4.6.5 最大温度收缩应力计算

为留有充分的安全余量，计算温度收缩应力时，不考虑混凝土升温阶段产生的内部压应力及两端支护结构限位产生的预压应力。

##### 4.6.5.1 采用公式

$$\sigma_{(t)} = E_{(t)} \times \alpha \times \Delta T \times [1 - 1/\cosh(\beta_1 L/2)] \times S_{(t)}$$

其中，

$$\beta = \sqrt{\frac{C_x}{HE_{(t)}}}$$

$E(t)$ ——混凝土各龄期的弹性模量；

$\alpha$ ——混凝土的线性膨胀系数，取  $1.0 \times 10^{-5}$ ；

$S(t)$ ——考虑徐变影响的应力松弛系数考虑，取  $S(t)=0.5$ ；

$L=75000\text{mm}$ (底板混凝土长度)；

$H=3000\text{mm}$ (底板混凝土厚度)；

$C_x$ ——地基水平阻力系数，考虑滑动层，取  $C_x =0.03\text{kN/m}$  ；

$\Delta T$ ——最大综合温差。

4.6.5.2 弹性模量  $E(t)$ ，详见表 16。

3m 厚底板混凝土各龄期的弹性模量表 表 16

龄期 (d)	6	9	15	30	60
$E(t)$	$1.25 \times 10^4$	$1.67 \times 10^4$	$2.22 \times 10^4$	$2.80 \times 10^4$	$2.99 \times 10^4$

4.6.5.3 计算  $\Delta T$

1) 各龄期混凝土的收缩变形值

按公式  $\epsilon Y(t) = \epsilon^0 Y (1 - e^{-0.01t}) \times M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ ,

$T' Y(t) = \epsilon Y(t) / \alpha$

各系数选用详见表 17 (取  $\epsilon^0$

$Y = 3.24 \times 10^{-4}$ ) 。

3m 厚底板各龄期混凝土的收缩当量计算用系数表 表 17

龄期(d)	6	9	15	30	60
M1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M2	1.130	1.130	1.130	1.130	1.130
M3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M4	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210
M5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M6	10.4	0.96	0.953	0.930	0.930
M7	1.000	1.000	1.000	1.250	1.250
M8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
M10	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
$\Sigma^*$	1.138	1.050	1.042	1.272	1.272

各龄期混凝土的收缩变形值，详见表 18。

3m 厚底板各龄期混凝土的收缩相对变形计算值 表 18

龄期(d)	6	9	15	30	60
-------	---	---	----	----	----

$\epsilon Y(t)$	$2.15 \times 10^{-5}$	$2.93 \times 10^{-5}$	$4.70 \times 10^{-5}$	$1.07 \times 10^{-4}$	$1.86 \times 10^{-4}$
-----------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

2) 综合温差  $\Delta T$ , 详见表 19。

3m 厚底板各龄期混凝土的综合温差值 表 19

龄期	6	9	15	30	60
$\Delta T' (t)$	3.7	6.5	11.9	24.4	29.6
$T' y(t)$	2.1	2.9	4.7	10.7	18.6
$\Delta T(t)$	5.8	9.5	16.6	35.0	48.1

4.6.5.4 最大外约束应力, 详见表 20

$L=75000\text{mm}$   $H=3000\text{mm}$

$C_x=0.03\text{N/mm}^2$   $f_t(R90)=1.71\text{N/mm}^2$

3m 厚底板各龄期混凝土的最大外约束应力值 表 20

龄期(d)	6	9	15	30	60
$\beta i$	$2.8 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-5}$	$2.1 \times 10^{-5}$	$1.9 \times 10^{-5}$	$1.8 \times 10^{-5}$
$S(t)$	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

$\sigma(t)$	0.139	0.246	0.460	1.018	1.414
$f_t$	0.681	0.835	1.029	1.293	1.556
$f_t/\sigma(t)$	4.91	3.40	2.24	1.27	1.10

各龄期的抗裂安全度  $K$  都不小于 1.05，满足抗裂要求。

#### 4.6.6 验算裂缝间距

##### 4.6.6.1 应用公式

$$\text{最小裂缝间距 } L_{\min} = \sqrt{\frac{HE_{(t)}}{C_x}} \times \text{arch} \frac{|\alpha T|}{|\alpha T| - |\epsilon_p|}$$

$$\text{平均裂缝间距 } \bar{L} = 1.5L_{\min}$$

式中  $\alpha$  ——混凝土的线性膨胀系数，取  $1.0 \times 10^{-5}$

$\epsilon_p$  ——考虑徐变影响时钢筋混凝土的极限拉伸

$T$  ——综合温差，

##### 4.6.6.2 基本参数，详见表 21。

3m 厚底板基本计算参数值 表 21

H=3000mm	$f_t(R90) = 1.71\text{MPa}$
----------	-----------------------------

$E=3.15 \times 10^4 \text{MPa}$	$\mu_p=1.71\%$
$C_x=0.03 \text{N/mm}^3$	$d=32 \text{mm}$

4.6.6.3 混凝土的极限拉伸，详见表 22。

3m 厚底板各龄期混凝土的极限拉伸值 表 22

龄期 (d)	6	9	15	30	60	90
$\varepsilon$ $p(t)$	$7.82 \times 10^{-5}$	$9.59 \times 10^{-5}$	$1.18 \times 10^{-4}$	$1.48 \times 10^{-4}$	$1.79 \times 10^{-4}$	$1.96 \times 10^{-4}$

4.6.6.4 综合温差 T，详见表 23。

3m 厚底板各龄期混凝土的综合温差值 表 23

龄期 (d)	6	9	15	30	60
$\Delta T' (t)$	3.7	6.5	11.9	24.4	29.6
$T' y(t)$	2.1	2.9	4.7	10.7	18.6
$\Delta T(t)$	5.8	9.5	16.6	35.0	48.1

4.6.6.5 计算裂缝间距，详见表 24。

3m 厚底板各龄期混凝土的裂缝间距值 表 24

龄期 (d)	6	9	15	30	60
$\alpha \times T$	$5.81 \times 10^{-5}$	$9.46 \times 10^{-5}$	$1.66 \times 10^{-4}$	$3.50 \times 10^{-4}$	$4.81 \times 10^{-4}$
各龄期弹模 E (t)	$1.25 \times 10^4$	$1.67 \times 10^4$	$2.22 \times 10^4$	$2.80 \times 10^4$	$2.99 \times 10^4$
$\beta$	$3.5 \times 10^4$	$4.08 \times 10^4$	$4.71 \times 10^4$	$5.29 \times 10^4$	$5.46 \times 10^4$
L	$\infty$	$\infty$	135.86	91.12	85.17
Lmin	$\infty$	$\infty$	90.57	60.75	56.78

#### 4.7 底板混凝土自约束应力计算

按内表温度差 30℃ 计算。

##### 4.7.1 套用公式：

各龄期混凝土的最大自约束应力：

$$\sigma_{(t)} = \frac{0.375 \times \alpha \times (T_{\max} - T_b)}{1 - \nu} \times E_{(t)} \times H_{(t)}$$

$$\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \quad \nu = 0.15$$

4.7.2 各龄期最大自约束应力，详见表 25。

底板各龄期混凝土的最大自约束应力 表 25

龄期	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Tmax -Tb	30.0	25.0	20.0	18.0	15.0	10.0	10.0	8.0	6.0	4.0
E(t)	7.10× 104	1.25 ×104	1.67 ×104	1.98 ×104	2.22 ×104	2.41 ×104	2.55 ×104	2.65 ×104	2.74 ×104	2.80 ×104
H(t)	0.350	0.400	0.500	0.524	0.570	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
σ (t)	0.329	0.552	0.735	0.824	0.838	1.062	1.124	0.937	0.724	0.494
ft	0.372	0.672	0.852	0.993	1.115	1.201	1.287	1.348	1.410	1.43
ft/ σ(t) )	1.13	1.22	1.16	1.20	1.33	1.13	1.15	1.44	1.95	2.90

4.7.3 结论

各阶段的自约束应力均在安全范围之内，不会引起表面开裂。

## 4.8 测温方案

4.8.1 测温仪器采用 JDC-2 建筑电子测温仪。仪表为手持式数字显示仪，具备高低温报警功能。

### 4.8.2 测温点布置：

4.8.2.1 距混凝土表面 1.5m 高度、露天、不易破坏处设三个普通温度计测量大气温度，气温取读数的平均值。

4.8.2.2 在每个混凝土泵口用测温探头、测温线固定在木棍上制成的探杆测量混凝土的入模温度。

4.8.2.3 各段测温点的布置见图 3~图 8。

4.8.2.4 混凝土浇筑前在选定的测温点上预埋测温线和测温探头，测温线和探头用胶带固定在  $\phi 12$  的钢筋上，探头用塑料布包裹，与钢筋之间用绝缘胶布隔离。测温线另一端的插头依据编号贴上标签，插头在浇筑混凝土前要用塑料布包裹好，防止被污染或破坏。

4.8.2.5 测温线引出高度应高于混凝土面 1.5m，浇筑机坑布设测温线时，应注意在二次浇筑底板后仍要继续检测机坑内混凝土的温度变化，引线长度应再增加 3m。

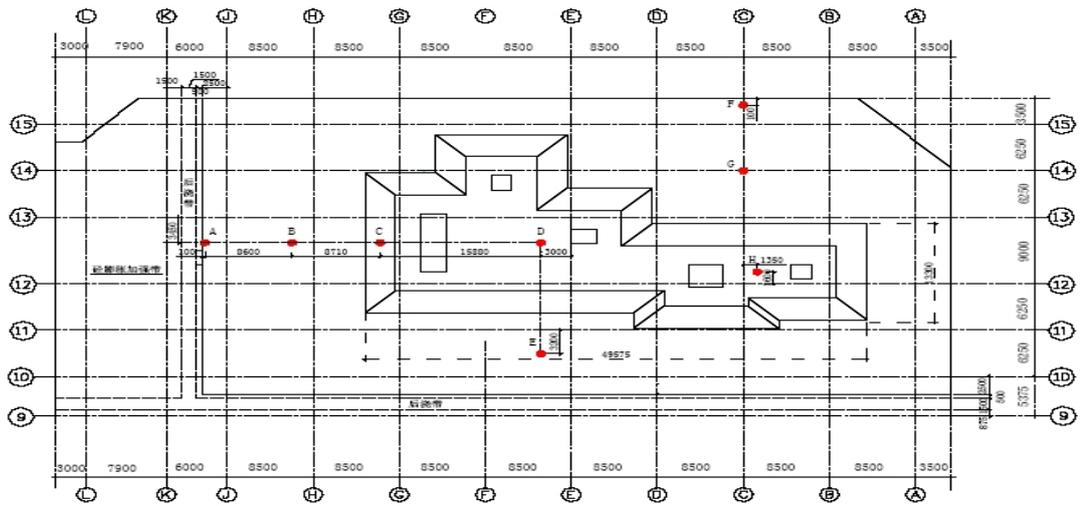


图 3 I 段测温点平面布置图

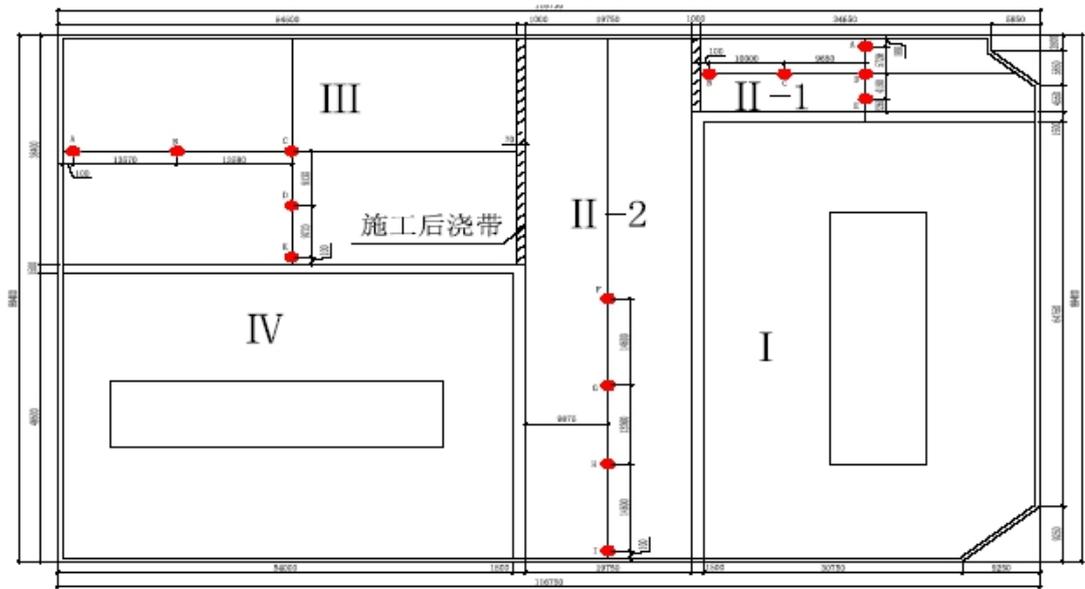


图 4 II、III 段测温点平面布置图

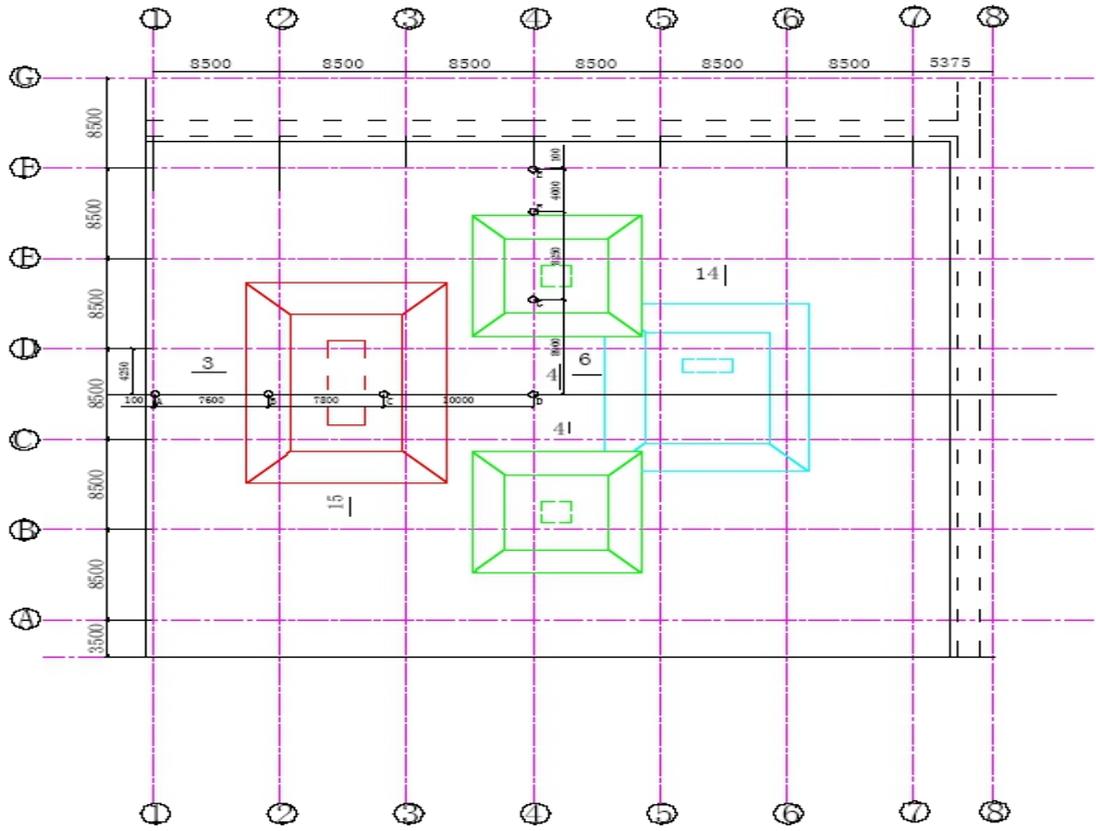


图 5 IV 段测温点平面布置图

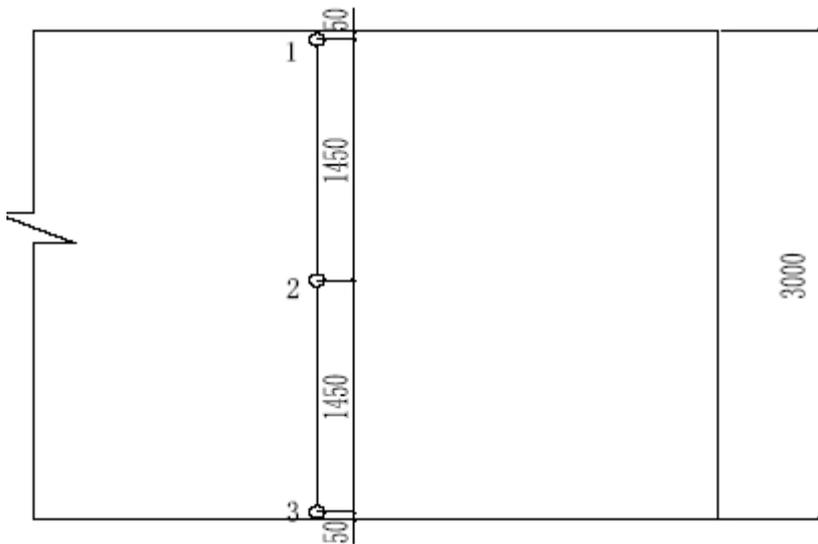


图 6 3m 厚底板内测温点垂直方向布置图

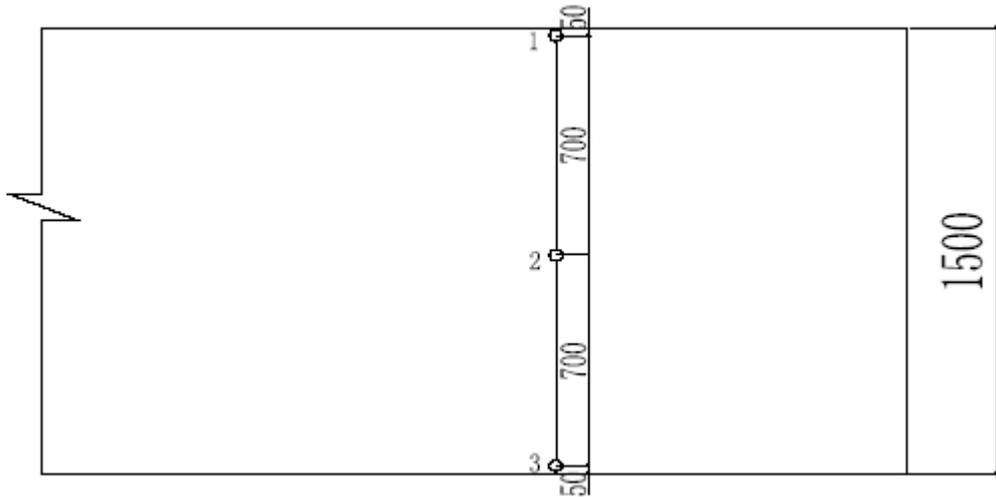


图 7 1.5m 厚底板内测温点垂直方向布置

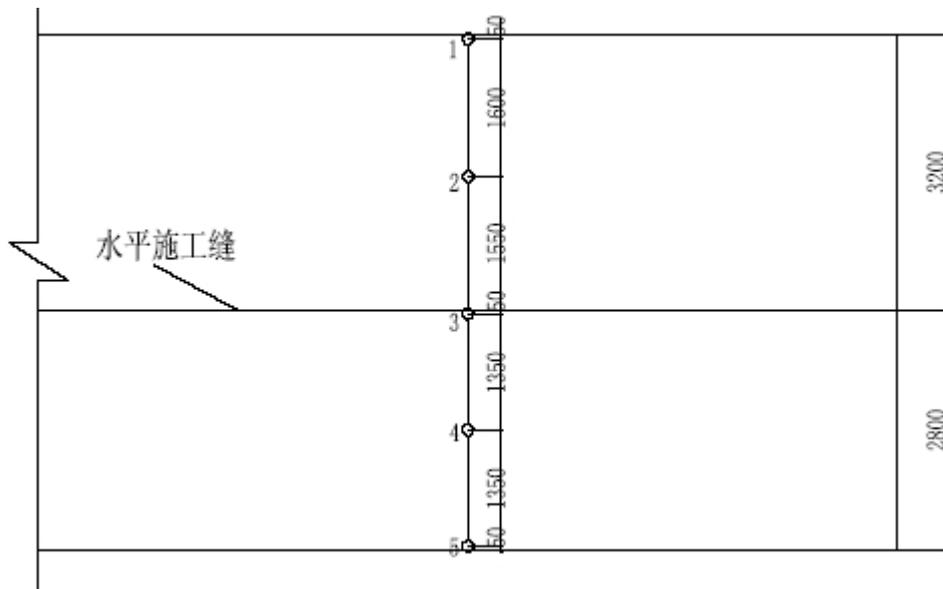


图 8 机坑内测温点垂直方向布置图

#### 4.8.3 测温时间

- 1) 混凝土浇筑开始起测温，第 1~4d 每 1h 测温 1 次。
- 2) 第 5~15d 每 2h 测温 1 次。
- 3) 第 16~30d 每 4h 测温 1 次。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/178017111020007003>