

## 工业厂房超大面积楼板一次整平收光施工技术

任伟 孙威 朱巧玲

中建-大成建筑有限责任公司, 北京 100000

**[摘要]**某工程底板建筑面积  $64405\text{m}^2$ , 设计图纸要求本工程底板或楼板表面平整度, 要求支持区偏差不大于  $4\text{mm}/2\text{m}$ 、核心区偏差不大于  $2\text{mm}/2\text{m}$ 。根据工程特点, 在柱与柱之间不大于  $2\text{m}$  增设标高控制点, 标高控制采用底板标高及平整度的控制装置, 并采用人工搓平+机器收光施工方法。介绍了底板标高及平整度的控制装置的设计原理, 详细介绍了底板收光的施工工艺。底板平整度检测数据显示, 底板平整度满足设计要求。

**[关键词]**筏板; 平整度; 混凝土; 控制装置; 复测; 收光

DOI: 10.33142/ec.v8i10.18257

中图分类号: TU9

文献标识码: A

## Construction Technology for One-time Leveling and Calendering of Super Large Area Floor Slabs in Industrial Plants

REN Wei, SUN Wei, ZHU Qiaoling

CSCEC - TAISEI Construction Co., Ltd., Beijing, 100000, China

**Abstract:** The floor area of a certain project is  $64405\text{ m}^2$ . The design drawings require the flatness of the floor or slab surface, and the deviation of the support area is not more than  $4\text{mm}/2\text{m}$ , and the deviation of the core area is not more than  $2\text{mm}/2\text{m}$ . According to the characteristics of the project, elevation control points shall be added no more than  $2\text{m}$  between columns. The elevation control shall be carried out using a control device for the elevation and flatness of the bottom plate, and the construction method of manual leveling and machine finishing shall be adopted. The design principle of the control device for the elevation and flatness of the bottom plate was introduced, and the construction process of the bottom plate finishing was detailed. The flatness test data of the bottom plate shows that the flatness of the bottom plate meets the design requirements.

**Keywords:** raft board; planeness; concrete; control device; retest; calendering

### 1 工程概况

某厂房项目项目, 底板建筑面积约为  $64405\text{m}^2$ 。本工程基础采用钢筋混凝土灌注桩, 桩顶主要设置承台与筏板相结合的形式, 部分区域直接在桩上布置筏板。基础外围布置宽度为  $300\text{mm}$  的地梁。

为适应结构特性, 设计方案通过设置后浇带将底板整体划分为 40 个独立施工区块, 各区块的平面尺寸及板厚均有所不同。具体而言: 核心区主要区域筏板厚度为  $600\text{mm}$ , 局部加厚部位达到  $1500\text{mm}$ ; 东侧支撑区域筏板厚度为  $400\text{mm}$ ; 西侧办公区域筏板厚度为  $300\text{mm}$ 。

垫层采用 C15 强度等级混凝土, 基础主体混凝土强度等级统一采用 C30 (抗渗等级 P6)。

混凝土保护层厚度规定如下: 承台部位为  $100\text{mm}$ ; 筏板底部为  $100\text{mm}$ , 顶部为  $25\text{mm}$ 。

主要受力钢筋均选用 HRB400 级热轧带肋钢筋: 承台:

直径包括  $20\text{mm}$ 、 $22\text{mm}$ 、 $25\text{mm}$ 、 $28\text{mm}$ ; 筏板: 直径包括  $16\text{mm}$ 、 $20\text{mm}$ 、 $25\text{mm}$ 、 $28\text{mm}$ 、 $32\text{mm}$ ; 地梁: 直径为  $22\text{mm}$ 。

### 2 大面积筏板施工平整度控制重难点

#### 2.1 施工板面平整度要求高

**施工难点:** 根据设计图纸, 本工程底板或楼板表面平整度, 要求支持区偏差不大于  $4\text{mm}/2\text{m}$ 、核心区偏差不大于  $2\text{mm}/2\text{m}$ , 而 GB50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》中规定, 现浇混凝土结构表面平整度的允许偏差为不大于  $8\text{mm}/2\text{m}$ , 因此厂房混凝土筏板、楼板表面平整度控制要求远远高于国家标准的要求, 此基础筏板施工时须严格控制和精心施工<sup>[1]</sup>。

**施工技术对策:** 由于施工板面平整度要求极高, 为了保证施工的精度和施工质量, 选取底板标高及平整度的控制装置对其标高进行过程中的控制, 施工完毕后及时进行

复核, 对不符合要求的地方及时进行修补处理。

## 2.2 底板施工工期紧且处于冬季, 施工条件恶劣

施工难点: 整个底板施工完全处于冬季的条件下, 恶劣的施工条件对混凝土、人员、材料、机械等都具有较高的要求<sup>[2]</sup>。

施工技术对策: 底板混凝土采用混凝土输送泵浇筑的方式, 在冬季施工阶段, 混凝土养护主要采用塑料薄膜覆盖的方式进行保湿养护。对于墙体等覆盖薄膜操作难度较大的区域, 则通过涂刷专用养护剂并外加草帘(或保温被)固定以实现保水保温效果。

商品混凝土的坍落度严格控制在 140~160mm 范围内。所选用骨料必须保持洁净状态, 严禁混入冰块、雪团、冻结团块或其他易引起冻害的物质。

混凝土拌制过程中, 优先选择加热水的措施, 水温宜控制在 60°C附近, 最高限值不得超过 80°C, 同时需掺入适量防冻剂。运输环节中, 搅拌运输车罐体需外裹专用保温材料。

出机混凝土温度应控制在 15°C以上, 并确保入模温度维持在 5~12°C区间。

## 2.3 施工作业面大, 组织施工复杂

施工难点: 施工中最大的厂房底板面积为 64405m<sup>2</sup>, 其中分为 40 个施工流水段进行平行流水施工, 需精心组织底板混凝土结构浇筑施工, 同时需对大面积混凝土表面的质量控制为重中之重。<sup>[3]</sup>

施工技术对策: 为实现底板混凝土高效有序浇筑, 施工技术方案将作业面划分为多个区域。具体而言, 整个厂房底板分为 4 个施工区, 每个施工区进一步细分为 5 个施工段, 而每个施工段又划分为 2 块独立浇筑单元, 从而形成总计 40 块底板浇筑区块。

施工人员多、机械设备多, 因此在浇筑前必须建立一个健全高效的底板混凝土施工组织机构, 做到合理调配, 保证底板混凝土的连续浇筑。

## 2.4 场地大, 机械投入多, 需精心组织场内外交通

施工难点: 底板混凝土浇筑过程中, 日均浇筑方量超过 3000m<sup>3</sup>。以每车运量 10m<sup>3</sup>计, 现场每日需进出混凝土运输车约 300 车次, 对交通组织与协调管理提出了较高要求。

施工技术对策: 在底板混凝土浇筑阶段, 为保障施工连续性, 共配置 12 台 HBT80C 型混凝土输送泵。同时, 为防范潜在机械故障影响, 额外配备 1 台同型号备用泵。此外, 还安排若干台汽车泵作为辅助设备, 与固定式地泵协同作业, 确保混凝土布料高效顺畅。

## 3 施工工艺流程

工业厂房超大面积楼板一次整平收光综合施工技术具体施工流程如图 1 所示。

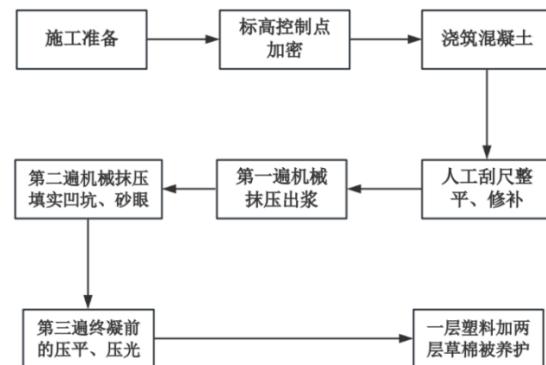


图 1 具体施工流程

## 4 施工方法

### 4.1 标高控制措施

根据设计要求, 底板混凝土上表面要求抹平压光, 参照设计要求, 现场平整度控制偏差不大于 2mm/2m, 5mm/100m。具体采取的标高控制装置措施如下:

(1) 柱标高控制点加密措施: 在所有框架柱及格构柱的四根竖向角筋上设置标高控制点。具体做法为: 在每根框架柱和格构柱四角的结构 50 线位置处, 使用红油漆进行清晰标记, 以此作为标高控制基准, 确保柱身标高控制点的设置密度和精度符合规范要求, 便于后续钢筋绑扎、模板安装及混凝土浇筑过程中的标高复核与控制。

(2) 柱间标高控制点加密: 由于柱距在 8.1m~16.2m 之间, 柱距较大, 不满足标高控制的要求, 在柱与柱之间不大于 2m 增设标高控制点, 标高控制采用底板标高及平整度的控制装置(如图 2~图 4 所示), 这种底板标高及平整度的控制装置由可调节螺母和标识层两部分组成, 标识层设在可调节螺母顶端, 当需要调节控制标高时, 旋转螺杆进行微调, 达到控制的标高点。此装置在底板上的框架柱和格构柱的柱之间间隔 2m 排列, 形成 2m 范围内标高方格控制网, 达到底板标高控制的目的。<sup>[4]</sup>

(3) 保证标高控制点的稳定措施: 将可调节螺母与框架柱和格构柱的底板钢筋焊接, 可调节螺母包括螺母和螺杆两部分, 螺母固定在底板钢筋上, 螺母内螺杆上下活动调节标高。

(4) 抄标高措施: 用激光超平仪将标高抄于短钢筋上, 标高控制点用红色油漆标注, 保证了标高控制的精确性, 具有易于制作, 成本低, 控制方便的特点。

(5) 其他标高控制措施: 施工前应加强对工人的教

育,施工中注意保护控制点,不得破坏。施工中可采用红外水平仪作为标高控制的辅助措施,采取“双控”措施,保证标高控制网的精确。如果按以上方案无法达到平整度合格要求,可以考虑增加地面标高点数量,两柱间设置1~2个地面标高控制点。



图 2 底板的标高控制实体效果图

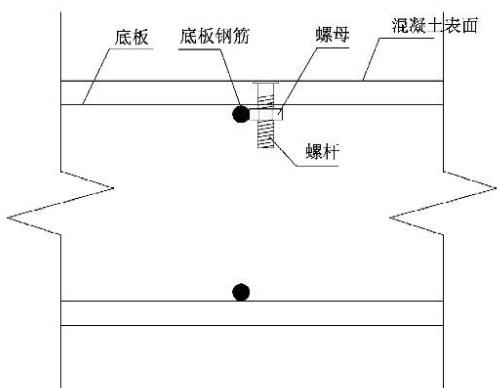


图 3 底板的标高控制剖面图



图 4 底板标高及平整度的控制装置布置图

#### 4.2 筏板平整度控制措施

(1) 施工队的测量人员应对控制点进行 100%的复测,项目部测量人员对控制点的复测数量不少于 20%。

(2) 人员素质及数量:由于底板各分段的面积较大,且处于冬期施工环境恶劣,因此施工时应保证足够的施工人员,特别是抹面、收光的人员。本工程核心区底板和楼板表面收光选择专业建筑地坪收光队伍进行施工。操作工人为经专门培训的熟练技术工人,有类似的施工经验,施工前由工长进行详细的施工交底。

(3) 当标高控制网点建好后,开始浇筑底板混凝土。混凝土浇筑工程中随打随抹,由混凝土工振捣密实初步找平后,交由专业队伍进一步找平,用 3m 铝合金刮尺作扇形来回刮抹整平,将混凝土面作再次找平。

(4) 混凝土最后收光在混凝土初凝后终凝前进行,用抹光机进行抹平压实,经反复抹压,待面层已抹压得比较平整光滑后(抹压过程中每一遍抹压均要调节一次叶片与地面的角度),质检人员进场用靠尺进行仔细检查平整及光洁情况,对于不符合要求部位,用抹光机进一步压光抹实。在不平整的地方,还需用手工加工修补抹平。最后采用人工将柱根部进行人工找平收光,混凝土平整收光后,随后进行覆盖养护。<sup>[5]</sup>

(5) 为了保证后浇带两侧筏板的平整度统一,沿后浇带两侧布置标高控制钢筋,控制钢筋间距 2m,用激光超平仪将标高抄于控制钢筋上,后浇带混凝土浇筑完成后割除定位钢筋。

(6) 为了达到设计的平整度要求,全场建立高精度高程控制网措施:为确保整个工程标高控制的精确性与统一性,以周边市政道路已知一级水准点为起始依据,测设一条三等精密附合水准路线,沿场区周边闭合联测所有施工水准控制点(BM 点)。所有观测数据采用严密平差计算,得到可靠的高程成果,作为本工程永久性高程控制基点网。为有效控制和减小长距离传导标高产生的累积误差,在现场每个单体建筑物(或每个相对独立的施工区域)就近设置不少于 1 个永久性标高控制点。这些控制点应浇筑在稳定基础或地下室底板上,用不锈钢标志或红油漆+刻度明确标识,并采取可靠保护措施,便于各施工阶段反复引测使用,确保全场标高传递精度满足  $\pm 3\text{mm}$  以内要求。

#### 4.3 底板混凝土表面压光施工方法

根据施工的经验,一般混凝土施工通过人工 1 次搓平 +1 次收光就可以达到国标的要求,本工程为了满足高于规范的要求,施工中选用专业压光队伍,对混凝土表面采

取 1 次人工搓平+3 次机械压光的方式进行质量控制, 以满足平整度要求。

首先浇筑筏板以下部分的承台混凝土, 振捣密实后, 间隔 1~2h, 待承台下部混凝土初步沉实后, 再整体浇筑筏板混凝土, 并振捣密实。

混凝土必须按本方案的要求振捣密实, 然后根据标高控制点拉线, 用 3m 长的铝合金刮杠刮平表面, 并在凹陷处补混凝土, 使表面平整。

去除泌水: 筏板混凝土浇筑、刮平完成后, 应使用橡胶管至少两次去除多余泌水。将泌出的水份赶到地沟等低洼处, 然后抽排。

为确保地面混凝土面层平整度、光洁度及表面密实性, 采用“四遍抹压”工艺, 结合机械抹光机与手工铁抹子配合操作, 具体要求如下:

**第一遍抹压:** 在混凝土浇筑振捣并用长刮尺刮平表面后, 立即用木抹子(或长柄铝合金抹子)沿横纵方向用力来回搓抹, 将表面粗糙处及浮浆初步抹平压实, 消除表面气泡和麻面。

**第二遍抹压:** 待混凝土表面无泌水、开始略微收水时, 采用机械抹光机进行第一遍抹压。抹光机刀片角度调小(接近水平), 匀速有序抹压, 直至表面泛出均匀浆液为止, 确保浆体充分上浮。

**第三遍抹压:** 当混凝土进入初凝阶段, 人踩在面层上留下浅脚印但不明显下陷时, 进行机械第二遍抹压。适当加大抹光机刀片角度, 重点将局部凹坑、砂眼、起砂处填平压实, 做到全面覆盖、不漏压, 确保表面平整无缺陷。

**第四遍抹压(收光):** 当混凝土接近终凝、人踩上面层仅留下轻微脚印、用铁抹子试抹无明显抹痕时, 进行机械第三遍压光收面。此时进一步加大刀片角度, 反复多遍抹压, 直至将所有抹痕、纹路彻底压平压光, 最终达到表面密实、光滑、颜色均匀、无气孔砂眼的效果。整个收光作业必须在混凝土终凝前完成。

#### 4.4 混凝土表面裂缝控制

(1) 要控制好混凝土的质量, 施工前要与搅拌站沟通, 提出技术要求, 使混凝土的工作性能符合底板混凝土浇筑的要求。

(2) 温度应力控制: 面层收光后, 立即铺设一层塑料布及两层草棉被覆盖, 进行保水、保温, 控制表面裂缝的产生。

(3) 泵送混凝土管线支架以及布料设备支撑系统须独立设置, 严禁与楼板钢筋直接接触。其目的是避免泵送

过程中产生的水平反作用力传导至钢筋网格, 导致网片晃动或位移, 从而引发混凝土早期开裂。

(4) 施工前应密切关注气象信息。当风力达到或超过 4 级时, 必须采取有效的防风防护措施(如设置临时挡风设施)方可开展面层抹平与压光作业。此外, 在每仓混凝土浇筑开始前, 需依据计划浇筑量和泵送效率, 准确估算浇筑持续时长, 并合理安排作业时段, 确保抹压、收光等关键工序安排在白天温度相对较高的时段内完成, 以降低温差及风力对面层质量的不利影响。

#### 4.5 冬季施工养护措施

面层收光后, 立即铺设一层塑料布及两层草棉被覆盖(如图 5), 进行保湿、保温。混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升值为 40°C。混凝土浇筑体的里表温差不大于 25°C。混凝土浇筑体的降温速率为 2.0°C/d。混凝土浇筑体表面与大气温差为 20°C。



图 5 冬施混凝土养护图

#### 4.6 成品保护

(1) 标高控制点是本工程保证筏板平整度的主要措施, 因此在施工过程中要做好对标高控制钢筋的保护工作。并且要保证标高控制点的稳定性。

(2) 浇筑底板混凝土时, 要注意对柱子钢筋的保护, 要求混凝土浇筑前必须用塑料布对柱子钢筋进行包裹保护(如图 5 所示)。

(3) 浇筑作业结束后, 应立即在筏板周边设置围挡设施, 限制非作业人员进入现场; 在混凝土强度尚未达到规定临界值之前, 严禁任何人员在上部行走或进行荷载施加, 以避免早期扰动引发潜在损伤。

(4) 负责铺设保温材料的作业人员须统一穿着软底

鞋履,以防止在覆盖过程中于混凝土底板表面留下明显印痕,从而影响面层平整度和外观质量。

(5) 为避免满堂脚手架搭设或拆除时模板、钢管等材料直接坠落砸伤混凝土表面,在脚手架正式施工前,应于筏板上全面铺设 9mm 厚三合板作为临时保护层,有效缓冲冲击并维护结构面完整。

(如图 6、图 7 所示)。



图 6 钢筋保护包裹图



图 7 混凝土表面保护图

## 5 质量保证措施

### 5.1 施工质量控制点

施工质量控制点,如表 1 所示。

表 1 施工质量控制点

序号	施工质量控制点
1	底板轴线、墙、柱和集水坑位置放线
2	底板钢筋的机械连接
3	底板模板的安装与支撑
4	底板混凝土裂缝的控制
5	混凝土的测温和养护
6	筏板面平整度控制
7	冬季施工保温养护

### 5.2 质量保证措施

(1) 对混凝土的坍落度、和易性等关键施工性能进行检测时,以抵达现场且即将入模前的实际状态作为判定依据。若检测结果未能满足规定标准,则须立即作退场处置,绝不允许在现场通过加水等方式进行任何调整。

(2) 在振捣作业中,操作人员应掌握快插慢拔的技术要领,并采用梅花状布置振捣点以实现均匀密实。为确保上下层混凝土有效结合形成一体,振捣棒需插入下层混凝土不少于 50mm 深度。每一点位的振捣持续时间宜保持在 30s 左右,须严格遵守相关规范,彻底避免漏振或过度振捣情况发生,同时振捣棒不得直接碰撞钢筋。

(3) 振捣过程中,为保护钢筋骨架并便于操作,需在其上铺设专用跳板,所有作业人员均应站立于跳板上开展工作。待混凝土接近初凝阶段时,由专业抹面工及时对表面进行抹平压光,并做到边抹边逐步撤除跳板,从而确保表面平整均匀。

(4) 整个浇筑阶段,应指定专人负责模板监护,持续关注模板体系、支撑结构、预埋钢筋件以及预留孔洞是否保持设计状态。如发现任何变形或位移现象,须立即实施针对性矫正措施,确保构件符合技术要求。

(5) 针对底板混凝土表面往往存在较厚水泥浆层的特点,浇筑结束后需及时开展表面处理。当浇筑高度达到设计标高后,首先利用长刮尺完成初步找平,随后在初凝前采用木抹子反复搓压打磨,以获得密实且光滑的表面效果。

(6) 浇筑作业全部完成后,应迅速在混凝土表面覆盖保温养护材料,有效防止水分快速蒸发及温度急剧变化引起的早期缺陷。

(7) 施工全过程必须全面贯彻“三按”“三检”“一控”质量控制体系。具体而言:

“三按”即严格依据设计图纸、批准工艺及现行规范组织实施;

“三检”即开展自检、互检以及交接检验;

“一控”即控制自控正确率与一次验收合格率。

## 6 实施效果

通过选择专业施工队伍,以及对混凝土的配合比和施工各环节的严格控制,底板一次收光平整度合格率达到 75%;通过二次修补平整度合格率可以达到 90% 以上,经过实测,用 2m 靠尺测出的实际值分别为: 1.5mm, 1mm, 2mm。满足规范的要求,达到了预期理想的效果(如图 8、图 9 所示)。



图 8 实施后整体效果图



图 9 现场质量检验实测图

## 7 结束语

实践证明,此底板标高及平整度的控制装置对于大面积混凝土施工表面平整度的质量控制是可行和有效的,且此底板标高及平整度的控制装置已经取得国家实用新型专利,应用底板标高及平整度的控制装置对混凝土施工表面平整度控制,可为现场施工的质量控制提供有效的技术支持,很好的达到了设计的要求和预期的效果。

### [参考文献]

- [1]王秋志.超高大跨度钢筋混凝土框架结构厂房施工技术分析[J].散装水泥,2024(5):62-64.
- [2]陈国友.工业厂房混凝土浇筑施工技术和温度裂缝控制探讨[J].居业,2023(10):13-15.
- [3]李春豪.厂房办公楼大面积混凝土楼板裂缝控制措施[J].江西建材,2017(11):63-64.
- [4]蒋志浩.大面积楼板裂缝的原因分析及处理探讨[J].建筑,2014(9):61-63.
- [5]孟平凡.多层工业厂房大面积现浇混凝土楼板施工的新尝试[J].工厂建设与设计,1998(2):36-44.

作者简介:任伟(1986.7—),性别:男,民族:汉族,籍贯:陕西省铜川市,学历:硕士研究生,研究方向:土木工程。