

大面积地坪平整度控制技术

杨垒

(北京经开亦成建设工程有限公司, 北京 100176)

【摘要】随着我国制造工业的快速发展,尤其是信息物流业的快速发展,对超大面积的厂房、仓库的需求量越来越大,因此超大面积仓库、厂房工程项目日趋增多。

高精度设备安装对混凝土表面平整度控制提出了更高的要求,尤其是越来越多的国外先进设备引入国内,这些设备对地面平整度的要求都达到了欧美发达国家的标准。而我国现有的施工方法,只能保证整浇地面采用2m靠尺控制平整度在5mm以内,不能满足高精度设备对平整度的要求。

针对我公司近几年承接的大跨度、大面积厂房和仓库项目,对混凝土表面平整度控制方法的反复研究、试验和对比。现以美国康宁厂房为例,在大面积混凝土地坪施工中,采用激光整平机及可拆卸式的导轨作为混凝土平整度的控制方法,将两种方法在施工中应用的情况做了详细介绍,并且引入了相对应的美国混凝土协会(ACI)和加拿大标准协会(CSA)混凝土地面平整度和水平度标准,即FF/FL标准(FF为平整度,FL为高差值,平整度关系着地坪的隆起与凹陷,高差值关系到地坪的倾斜或高差),使用专门的检测仪器,检测混凝土地面的平整度,针对检测数据及施工过程中的情况,分析两种方法对混凝土表面平整度控制能达到的精度以及两种方法适用的情况。通过方法的运用,使混凝土表面平整度满足了设计要求,大大提高了混凝土的施工质量,为以后类似工程施工提供经验和帮助。

【关键词】大面积混凝土地坪;激光整平机;槽钢导轨;平整度检测

本文以美国康宁显示科技(中国)有限公司二期工程为例,该工程为康宁公司特殊玻璃的生产厂房,由于其特殊性,对混凝土表面平整度要求极高。为了满足其要求,根据不同的施工部位和结构,通过反复试验,分别引入了激光整平机和槽钢导轨的施工技术,对混凝土进行分块施工,减少混凝土表面的裂缝,提高了混凝土表面的平整度,达到了业主期待的要求。

通过两种施工技术在工程中的应用,提高了混凝土的施工质量,减少了后期维护费用,使混凝土表面平整度满足了业主提出的FF、FL(FF为平整度,FL为高差值,平整度关系着地坪的隆起与凹陷,高差值关系到地坪的倾斜或高差)的要求。同时,对这两种施工工艺加以对比分析,分析了其各自的适用范围和存在的问题,为以后同类工程提供了参考依据。

一、工程概况

康宁显示科技(中国)有限公司二期工程,分为GC厂房和CUP综合动力站共2项主要工程,全部为地上结构,总建筑面积为151513m²。结构形式为钢框架结构,单层面积为3000m²,基础底板为500mm厚的现浇钢筋混凝土筏板,楼层板为DECK板上浇筑150mm厚的钢筋混凝土。整个工程对地面平整度要求较高,采用美国混凝土协会(ACI)和加拿大标准协会(CSA)混

凝土地面平整度和水平度的质量标准,即FF/FL标准(FF为平整度,FL为高差值,平整度关系着地坪的隆起与凹陷,高差值关系到地坪的倾斜或高差):办公区域为FF=25(3m±6mm),FL=18,生产和加工车间为FF=50(3m±3mm),FL=35。

二、方案选择

本工程中,对地面平整度要求极高,采用常规施工工艺达不到质量标准要求。

经过分析对比,大型的激光整平机由于自身重量及体积很大,板的钢筋网片及模板支撑体系无法承载其重量,比较适用于无筋混凝土板,但不适用配筋的钢筋混凝土板。轻便型的激光整平机体积较为小巧,增加的施工荷载仅约为2kN/m²,适用配筋直径较大的,钢筋网片有较大的刚度,使整平机能够顺利地行走而钢筋网片又不发生变形的钢筋混凝土板上。对于配筋规格较小的结构板,由于整平机车轮、整平头的集中荷载会使钢筋产生不可恢复的变形,使用受到限制。

鉴于以上情况,本工程基础底板选用轻便型激光整平机;而楼面板因为厚度小,配筋直径小,钢筋网片缺乏足够的刚度,如果使用激光整平机,容易使钢筋网片变形,平整度反而控制不好,因此考虑采用槽钢导轨的方式来控制混凝土表面的平整度,以满足工

程的质量要求。

三、施工方法

(一) 激光整平机技术

本工程基础筏板厚 500mm, 配置三级 20/22 的钢筋, 双层双向, 钢筋间距 150mm, 根据其结构形式及配筋, 选用激光整平技术来控制混凝土表面的平整度。

对激光整平机进行设备调试。从原始水准点引出并确定 2 个固定基准水准点, 要求两个固定基准点相互能良好通视, 水准点精度 $\pm 1\text{mm}$ 。此后, 架设激光发射器, 再从原始水准点引出地坪标高到激光整平机。在大面积施工之前, 首先用设备进行试做, 然后使用水准标尺对地坪标高进行校核, 将标高系统调整到最佳水平。

1. 首先将激光变送器置于高于地面设计标高 1.981m-2.1336m 的高度, 布置激光变送器的位置时, 应保证其通道不受阻碍和干扰。2. 确定及安装 CopperheadXD 标尺的高度。3. 将机器置于混凝土上, 确认两激光接收器在变送器上都非常清晰, 并将标高控制切换到手动控制。4. 根据水准仪, 用整平头提升架找平机器。5. 在靠近激光接收器桅杆的地方, 将 CopperheadXD 标尺环放置到犁的顶部, 并保持竖直状态。6. 使用升高 / 降低标高控制, 调整犁的高度, 直至 CopperheadXD 显示正确高度。7. 在另一侧重复步骤 6, 然后重新检查原来那一侧。8. 一旦犁达到预定标高, 手动调低激光接收器 (从顶部往下), 直至 LED 显示正确标高信号, 在另一侧重复该步骤。9. 将标高控制切换到自动控制。10. 整平 1.8m 左右的距离, 然后检查高度, 必要时再调整。

由于激光接收器的覆盖半径最大为 50m, 30m 接收状态最佳。以主厂房 23# 地坪板施工为例, 根据现场条件, 将激光变送器架设在 U 轴以南 2 米与 38-39 轴中间的位置。

无论采用什么施工工艺, 影响混凝土地坪施工质量的最重要的因素是混凝土。具体要求如下: 1. 必须由合格的商品混凝土搅拌站生产。2. 混凝土规格: C30 混凝土, 28 天强度不小于 30MPa。3. 水灰比: 不大于 0.5; 送料过程中不得随意加水。4. 水泥: 采用不低于 42.5 标号的普通硅酸盐水泥。5. 骨料: 级配良好的骨料。粗骨料用破碎花岗岩或卵石, 最大粒径不大于 25 毫米。细骨料采用洁净河沙, 细度模数 2.4-2.7 为宜。6. 混凝土配合比: 水泥用量不小于 350Kg/m³。为避免产生表面质量问题, 砂率应控制在 35-40%。7. 混凝土坍落度: 16 $\pm$ 2 厘米, 最大 18 厘米。8. 凝结时间: 初凝时间 3 小时左右。9. 混凝土输送速度应保证约 30 立方米 / 小时, 且送料速度均匀, 中间应尽量减少停顿间隔, 以防止出

现冷接头。若停顿时间超过 1 小时, 该处宜设置一道施工缝而不能连续施工。

1. 筏板混凝土浇筑采用薄层浇筑、循序渐进、逐步均匀升高、一次到顶的连续浇筑工艺。浇筑时采用斜面分层。振捣时间宜为 20s 左右, 并以砂浆上浮, 石子下沉, 不出现气泡为合适。振捣棒快插慢拔, 确保混凝土的浇筑质量。

2. 地坪板厚度为 500mm, 浇筑方式如图 3-5, 在激光整平机伸缩臂有效范围内 (6.1m), 先用人工将混凝土大致摊铺开来, 根据标高点控制砼标高及大致平整度, 砼面层先进行人工振捣密度, 表面浮浆上泛, 然后由激光整平机一次性有序从一端有序完成振捣、压实、整平工作, 在激光整平机每整平一个有效范围内与相邻面整平时, 要有搭接 1/3 幅宽的整平面, 保证接茬的平整度。在整平过程中在整平机伸缩臂两端各配有一名人工辅助, 来处理整平机伸缩臂振捣尺下有多余灰进行消除和少灰时的填充工作, 从而避免整平后的地面有局部凹凸现象。柱周围 500mm 范围内, 整平机无法进行整平施工, 需在大面混凝土初凝前, 由人工用刮杠刮平。

3. 表面修整磨光。(1) 磨面时间控制。磨面的时间决定着整平的质量, 过早会使混凝土表面产生磨盘的旋涡流纹, 影响平整度; 过迟会给打磨面带来困难, 不易抹光, 有时还会因终凝时间已到而影响混凝土的磨光效果。最好是控制在混凝土初凝开始, 表面水分已蒸发, 人踩上去基本不下沉时开始磨面。磨面工作必须控制在混凝土终凝前完成。(2) 磨面分粗抹磨、精磨和终磨三个阶段进行。①粗磨。大约是浇筑后 3-4h, 混凝土已初凝, 采用圆盘均匀反复 (粗磨遍数视磨的情况决定) 抹光压实。每一遍结束后, 要待表面水分蒸发后再进行下一次打磨。同时用 3m 刮尺进一步进行刮抹整平。粗抹时应以面积的整体性抹平压实、原浆渗出为主要目标。粗磨时操作人员要穿脚前面带钢板的软底鞋。②精磨。约在混凝土浇筑后 8h 左右混凝土终凝前, 使用双圆盘抹光机进行抛光, 为了达到压实混凝土, 提高混凝土表面的耐磨性, 使用重量 500kg 以上的电动打磨机磨光。在使用圆盘抹光机研磨后再使用刀片抛光。每次打磨时, 刀片应进一步倾斜, 给混凝土表面增加摩擦力, 使地坪光泽度均匀。③终抹。约在混凝土终凝前 1h, 其表面已基本凝固, 踩上去只有极轻微的痕迹时, 质检人员再进行全面检查, 对于不符合要求部位, 用抹光机进一步压光抹实。

(二) 槽钢导轨技术

本工程楼层板为 DECK 板上浇筑 150mm 厚的混凝土, 配置三级 8/10 的钢筋, 双层双向, 钢筋间距 150mm,

根据其结构形式及配筋,选用槽钢导轨技术来控制混凝土表面的平整度。

建立精确的高程控制网:根据周边道路上一级水准点,测设一条三等附合水准路线,联测出场区所布设施工水准控制点高程,经平差计算后的结果作为建筑物的高程控制网。为了减少长距离测设标高产生的累积误差,水准控制点的间距不得大于 100m。

导轨的水平控制是整个导轨铺设安装中最为关键的步骤,其质量的好坏直接影响混凝土表面平整度和坡度的质量。在混凝土浇筑过程中,导轨受到扰动在所难免,先要预先消除此不良影响,就必须提高测量的精度。因此,在施工过程中,采用密集测量法,即在每根导轨面取 4 个点来控制的测量方法,使整个区域形成 $2m \times 3.3m$ 的标高控制网,用水准仪进行测量,但普通水准仪控制精度低,为了确保达到图纸要求的精度,再次对测量方案提出改进,采用了“标尺细线控制+控制螺母微调+水平尺复测+稳定螺母固定”的综合措施。在导轨的第一测点标高与水准点核对无误后,用细嘴有色笔在标尺上画线,然后根据此线来控制后面的测点标高,若读尺时发现尺上的细色线偏离水准仪的十字丝,则微调测点处槽钢下方的螺丝杆上的控制螺母,至复测时标尺上的细色线与水准仪的十字丝吻合为止;在每根导轨测完后,再使用水平尺对导轨面进行复测,确保无误后用稳定螺母将导轨固定。

在混凝土浇筑过程中,每浇筑完一段要核验一次相邻未浇筑区域导轨的水平度,以便及时调整施工中因踩踏和振捣引起的偏差。顶板、模板支撑体系会在混凝土浇筑后及施加施工荷载时产生压缩变形及挠度,因此应依据设置在浇筑区以外水准点来复测设置在板面上的标高控制点及导轨的标高,并及时调整。

四、地坪板的质量验收

在地坪整体施工前,激光整平选定 FINISHING 区 37-40/N-U 轴作为试验样板区,槽钢导轨选定 Finishing 区二层 DECK 板作为样板区进行试验性检测。选定 32 根量测线,每条线上选取不少于 20 个点,测试之前,需要将选定区域内清理干净,以免影响测量结果。

综合所述,由于激光整平机是自动控制标高,在混凝土表面平整度控制方面能够达到更高的精度;而槽钢导轨技术,在施工的过程中,标高是由人工控制的,因此没有激光整平机控制的精度高。然而可以看出,不管是利用激光整平机,还是槽钢导轨对混凝土表面平整度进行控制,均已满足了工程的质量要求,并得到了监理业主一致好评。

结论:

1. 施工质量——采用激光整平技术控制的混凝土

面层,地坪顶面设计标高由激光及电脑自动控制,并实时调整(每秒钟调整 10 次),可达到激光级精度的地面标高,地面平整度和水平度是手工整平作业方式的 3-5 倍,混凝土密实度提高 20% 以上。采用槽钢导轨控制的混凝土面层,标高由人工操作水准仪控制标高,精度略比激光整平机差,然而不管采用上述何种技术,平整度均能满足要求,混凝土的施工质量较传统方法有了较大的提高。

2. 施工速度——采用轻便激光整平仪作业工效提高 100-300%。每小时可完成 100-200 平方米的浇筑工作,平均每天可完成 1000-2000 平方米,而采用槽钢导轨控制方法,找平每天完成工作量为 900m² 左右;采用激光整平机比槽钢导轨控制技术减少人工 30% 以上,因此,激光整平技术特别适合工期要求紧、浇筑面积大、质量要求高的工程项目。

3. 地面整体性——非常容易实现大面积整体浇筑,减少分仓缝,可做到无分仓缝施工。这种整体浇筑技术一方面可以避免分层浇筑带来的易空鼓、易开裂等问题,另一方面可以减少大量的施工缝,使地面的整体性更好。这是采用其他施工工艺不易做到的。

4. 可减少地面的后期维护费用——激光发射器独立布置,地坪施工可以大面积浇筑并能保证地面标高的一致性,标高不受模板控制,不会产生累积误差,试验证明,大面积整体浇筑可减少 3 倍以上的施工缝,而施工缝是很容易受轮载作用而产生破损的,从而使地面的后期维护费用和模板的使用量也大为减少。

5. 地坪采用自动检测设备,标准为美国 ACI 标准—F 数值法,平整度 FF 表示地坪整体意义的起伏程度,水平度 FL 表示地坪整体意义的倾斜程度。传统直尺检查方法,只能局部测量,对地坪质量无法整体合理的做出评价。

参考文献:

- [1] ANSLASTIME1155Ma-1996 使用 F- 数字系统测定楼板平整度和水平度的试验方法(米制)[S]. 美国混凝土协会(ACI)和加拿大标准协会(CSA), 1996.
- [2] 陈贤镇. 大面积混凝土地面平整度控制实例[J]. 山西建筑, 第 33 卷. 第 11 期. 2007
- [3] 杨晓梅. 浅谈厂房工程大面积地坪的监理[J]. 科技情报开发与经济, 2009 年第 19 卷第 9 期
- [4] 冯岳松. 仓库大面积混凝土地面平整度控制施工技术[J]. 浙江建筑, 2008 年第 12 期
- [5] 肖晋辉, 陈明留, 周春辉. 超大面积混凝土地面施工技术[J]. 施工技术, 2009 年 12 期