

# 浅谈“跳仓法”施工技术

余琳

长沙有色冶金设计研究院有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i1.5578

**[摘要]** 伴随我国大型工程项目在近年来的增加, 超长、大体积混凝土结构数量有所升高。缓解和杜绝裂缝问题是控制该类混凝土结构质量的关键层面, 尽管控制裂缝的方法较多, 但部分施工技术存在费用较高、施工复杂等问题。可考虑采用跳仓法施工技术, 用于解决传统后浇带施工方法运用上存在的难题, 取消常规设计后浇带的做法。鉴于此, 本文围绕跳仓法施工技术, 概述了跳仓法的施工原理和跳仓浇筑的主要依据, 以某购物中心工程项目为例, 从五个角度出发详细介绍了跳仓法的实际应用。

**[关键词]** 跳仓法; 施工技术; 实际应用; 原理; 主要依据

## On the construction technology of "jumping warehouse method"

Yu Lin

Changsha Nonferrous Metallurgy Design and Research Institute Co., LTD

**[Abstract]** With the increase of large engineering projects in China in recent years, the number of ultra-long and mass concrete structures has increased. Alleviating and eliminating crack problems is the key level to control the quality of this kind of concrete structure. Although there are many methods to control cracks, some construction technologies have problems such as high cost and complex construction. The construction technology of warehouse jump method can be considered to solve the problems existing in the application of traditional post-pouring belt construction method and cancel the practice of conventional design of post-pouring belt. In view of this, this paper summarizes the construction principle of warehouse jumping method and the main basis for the pouring of warehouse jumping warehouse. Taking a shopping center project as an example, the practical application of warehouse jumping method is introduced in detail from five angles.

**[Key words]** jumping method; construction technology; practical application; principle; main basis

### 引言:

传统工程建设中使用的后浇带, 主要目的在于解决不同单体工程连接位置上出现的不均匀沉降, 以及由于钢筋混凝土结构收缩应力等原因引起的混凝土结构有害裂缝等现象。而跳仓法施工技术的投用, 则解决了混凝土结构封闭后收缩应力引发的有害裂缝, 满足了施工场地不足情况、地下室提前穿插等施工要求。

### 1 跳仓法施工技术的概述

跳仓法最早由上海宝钢副总工程师王铁梦提出, 在本世纪初, 北京市开始接触该新技术, 本质上是在混凝土浇筑工作完成的初期阶段, 在温度收缩应力较大的情况下, 将混凝土块划分为多个小块体, 采用间隔施工的方式, 经过特定时间的应力释放之后, 再进行小块体的浇筑工作, 让所有仓块衔接为一体, 凭借此时混凝土具有较大抗拉强度的优势, 缓解后期产生的温度收缩应力。我国现已在诸多工程项目中灵活运用跳仓法施工技术, 如广州国际会议展览中心工程、重庆江北机场航站楼工程、厦门国际物流中心工程等, 由工程项目实例的情况分析

可知, 跳仓法已经在技术上获得了重大突破。

#### 1.1 跳仓法的施工原理

在混凝土浇筑任务完成后的 5d~10d 内, 混凝土自身的性能不够稳定, 尚未彻底凝结和硬化, 存在释放出内应力的可能性。而跳仓法施工技术恰好运用了混凝土的该特性, 需要将大面积混凝土平面划分为若干仓块, 每间隔一段浇筑一段。根据有关规范标准的要求, 相邻部分的间隔时间至少为 7d, 有利于让混凝土浇筑体具有自由收缩的功能。

大体积混凝土具有温度梯度较大的特性, 容易造成混凝土收缩不均匀而产生开裂的问题, 对于跳仓法施工技术研究, 实质上便是对“放”与“抗”的研究。“放”体现在对后浇带的设计和施工, 在混凝土结构施工环节中, 水泥的水化作用速度较高, 通常在 1d~3d 内便可达到峰值, 水化作用在之后将迅速下降, 混凝土在 7d~14d 之时, 温度将接近于换进温度。运用混凝土的该特性, 经过在混凝土施工现场科学安排施工进度和流水等, 划分超长结构为多个部分, 能够起到降低混凝土仓块间互相约束的作用, 在温度变化较为剧烈与混凝土自收缩

较大的阶段中,使混凝土自由收缩变形,再等至时间间隔超过7d之后,让混凝土仓块浇筑连接为一个整体。采用仓块间隔施工的方法,便能使混凝土前期存在的较多由于温差引起的温度应力、由于干燥收缩变形引起的收缩应力有所释放,降低了收缩裂缝现象的发生几率。“抗”的目的则使提升混凝土材料的抗拉强度,再温度梯度较小、混凝土在极慢速受力的状态下,混凝土的龄期将有所延长,具备较强的极限拉伸应变,借助抵抗内部各因素拉应变的力量,实现裂缝控制的目标。“抗”侧重于优化混凝土自身的抗拉能力,可将混凝土原材料、配合比的选择,以及强化构造配筋、低温入模、确保入模坍落度、降低水泥或水资源用量、粗细集料级配等方面作为切入点,用自身的抗拉强度特性,对后期的拉应力加以抵抗<sup>[1]</sup>。

### 1.2 跳仓浇筑主要依据

混凝土早期塑性收缩发展规律,可以为后浇带的取消夯实基础。温度后浇带主要用于解决不均匀变形、温度变化造成的混凝土收缩裂缝问题,而甚至沉降后浇带的目的则是解决不均匀沉降引起的结构裂缝。在混凝土强度28d后,还将继续伴随龄期的延长而增加,假设混凝土28d的强度为100%,则28d之时,混凝土温度、早期收缩应力引起的体积收缩变形完成度将达到100%。在常温的情况下,混凝土7d之时,强度将达到28d强度的70%~80%,说明7d的混凝土早期收缩应力与温度引起的体积收缩变形程度,将同样达到28d的70%~80%。在应用跳仓法之时,针对混凝土前7d的收缩变形需要采用基于“放”的施工方法,用以降低外部约束,为混凝土提供自由收缩变形的机会;而在7d之后,混凝土的弹性模量等将伴随龄期而增加,混凝土此时的抗拉强度已经可以抵抗在该时期存在的收缩应力,说明要在7d之后的阶段中采用“抗”的施工方法,是跳仓法施工技术取代后浇带施工技术的一项重点。若想切实提升混凝土的抗拉能力,可以提升混凝土的弹性模量,利用细而密的配筋,或者增加钢筋和混凝土之间的握裹力等。科学的配筋与相关构造方法,有助于提升混凝土的抗拉能力,抵抗部分收缩应力,全面提升结构的抗裂性能。由此可见,整个跳仓浇筑的流程具有放与抗有机结合的特点,先放后抗,以抗为主。在超长结构中运用跳仓法施工技术,除了可以取消后浇带以外,还可以减少混凝土的渗水率,具有控制有害裂缝的价值,同传统后浇带施工工艺相比,跳仓法施工技术简化了工序流程,能够加快施工进度,节约施工材料且更加绿色环保,从根本上提高了工程品质,在大体积混凝土结构施工中同样得到了推广<sup>[2]</sup>。

## 2 跳仓法施工技术的实际应用

某购物中心主体工程主要由2层地下室、6层裙楼构成,建筑高度为35m,地下室建筑长度为300m,宽度为78m,底板厚度为0.8m,承台与筏形厚度范围是1m~5m,地下室的底板、外墙、承台混凝土等级为C40P10。

### 2.1 划分区块

在划分区块的环节中,需要按照工程的具体情况和规范要

求,对区块进行初步划分。跳仓在方法上存在2种类型,即间隔式、棋盘式,需要以施工现场便于应力释放、流水作业为根基,按照结构基础筏形的整层面积加以划分。在地下室底板与筏形施工中,要求仓块之间的间距不超过40m,超过40m的筏形应当经过进行温度收缩应力计算后再决定分仓的尺寸,而底板之上的地下室结构再应用跳仓法时则要控制在40m之内。地下室底板与地下室主体结构在长度限制的要求上存在差异,底板可在满足温度收缩应力计算时,对分仓的尺寸进行合理调整,同时将主体结构控制小于40m。若在施工作业中存在上下仓块数量不统一的问题,将产生绑扎钢筋任务完成后,因跳仓法的时间间隔致使难以进行混凝土浇筑施工的现象。除此之外,在划分底板仓块之时,不得剖开承台与筏形,原因在于承台和筏形厚度较大,不利于保证结构质量,楼梯与核心筒等整体构件同样不得加以分隔。在地下室存在人防结构的情况下,要参考施工图纸内容,防止分仓断开人防门,由于人防的门框要进行预埋处理,将施工缝安排在人防门位置上,容易增加后期混凝土拦截、封模、门框加固等施工的难度。根据上述要求,决定将底板部分划分为18个区域,选用棋盘式跳仓法,最大板块面积在1700m<sup>2</sup>左右,在底板向上的地下室主体结构位置上,沿用地下室分块。

### 2.2 施工部署

#### 2.2.1 场地内交通和区段划分

由于工程项目的占地面积较大,且施工场地内仅有东、南、北三侧的施工道路,平均道路宽度为8m~9m,混凝土浇筑工作进行时,泵车需固定占用一半的道路,此时便要顾及到混凝土罐车的通行和其他材料车辆通行的情况。经由对仓块划分、场内交通等各项因素的综合考虑,确定将18个仓块划分为3个标段,分派3组工作人员分别管理各个标段,所有标段同时进行施工作业,确保标段内和标段相邻之间采用间隔跳仓的方式施工。

#### 2.2.2 预演流水施工

各个分仓跳仓的施工间隔要在7d后才能开展填仓浇筑工作,按照单个仓块浇筑持续时间2d的要求,需要在满足前期钢筋等施工人员充足的基础上,控制第一阶段、第二阶段的交接时间间隔为4d,每2d浇筑3个仓块,便能满足于相邻仓块间隔7d浇筑的需要。根据流水施工的要求,标段在相同阶段3个仓块的前期垫层浇筑、模板支设、钢筋绑扎、预留预埋等工序要同时进行,浇筑仓块间隔时间为2d,在前一阶段施工完毕后,施工人员立即进入到下一阶段的流水施工作业中,参考工程量与施工时间,配备充足的施工人员人数,保证浇筑前的整个施工作业在10d以内完成<sup>[3]</sup>。

#### 2.3 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计的标准要按照标养60d的强度进行,配置强度上限至少要为设计强度等级标准的1.3倍。在施工之前要计算出水泥的水化热绝热温升,计算出容易产生的最大温度收缩应力,在收缩应力小于混凝土抗拉强度的情况下,可直接

按照计算值进行施工作业,相反则要采取相应措施降低水泥的用量,或者强化外部保温、内部冷却等。根据规划计算、咨询有关专家和专业技术人员的结果,决定配合比设计参数为:水泥、石子、沙子、矿渣粉、粉煤灰、水的参数分别为 $260\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $1080\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $717\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $75\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $80\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $160\text{kg}/\text{m}^3$ ,水胶比为0.39,外加剂则根据实际施工情况添加。控制混凝土的入模坍落度为 $12\text{cm}\sim 18\text{cm}$ ,到工作面的坍落度不超过 $18\text{cm}$ ,且不加任何膨胀剂,以防发生过量膨胀、延迟膨胀等问题。

#### 2.4 跳仓法的施工要点

##### 2.4.1 处理区块施工缝

在分仓区块的侧向模板上要使用不锈钢丝网,施工缝支模则运用钢筋骨架,实现支撑和加固的目标。为了满足于密闭止水的需求,可在中部布置通长钢板,控制宽度、厚度分别为 $30\text{cm}$ 、 $0.3\text{cm}$ 。将定型成品止水钢板安装在分仓十字缝位置上,不得现场焊接,楼板与止水钢板的开口要向上,用以提升止水钢板下部混凝土振捣的密实度。在跳仓接缝位置上,需要在已经硬化的混凝土表面上继续开展浇筑工作之前,清除止水钢板、施工缝上的垃圾,凿除表层松散混凝土露出的石子,再用压力水冲洗干净,维持一定的湿润度。

##### 2.4.2 混凝土浇筑

因底板各个仓块混凝土需求量较大,需要至少保证1辆罐车进行浇筑工作,4辆处于等待的状态,目的在于让相同施工仓块内的混凝土在浇筑中不出现冷缝,使浇筑工作得以连续进行。浇筑每一段混凝土之时,从首辆混凝土罐车至浇筑位置算起,需要连续测定5辆车以内的拌合物温度与坍落度,不可出现分层、离析等问题,尽快退场不合格的混凝土。在拌合物温度、稠度稳定之后,每2h检测1次,控制混凝土入场温度、入模温度分别在 $25^\circ\text{C}$ 、 $30^\circ\text{C}$ 之内。在底板浇筑初期,应该让泵管初始出口紧贴分仓边缘,正式开展浇筑工作时,混凝土要从泵管流出后,沿着钢丝网的表面流至工作面,起到降低自由落差的作用。底板区段的混凝土需要使用推移式斜向分层连续浇筑模式,控制每层的覆盖幅度大约为 $10\text{m}\sim 15\text{m}$ ,厚度大约为 $0.4\text{m}$ 。在面层处理方面,混凝土面层的收面要3次完成,以防表面水分散失速度过快而发生干缩裂缝的问题,控制表面非结构裂缝的出现<sup>[4]</sup>。

##### 2.4.3 混凝土养护与测温

混凝土的养护要位于集水坑、电梯井等降板区域,使用蓄水养护的方法,在其他区域则可使用覆盖塑料薄膜的方式,控制每个区块的养护时间至少为14d,维持混凝土表面潮湿、温热的状态。在进行测温工作之时,3个传感器要分别布置在底板中心、地面以内 $5\text{cm}$ 的底表面、表面以内 $5\text{cm}$ 的外表面,控

制每个监测点的高度方向间距至少为 $0.5\text{m}$ 。首次测温在混凝土终凝之前,在内部温度下降前每日测温4次,降温后每日测温2次,直到表面以内 $5\text{cm}$ 混凝土表面温度同环境最大温差小于 $20^\circ\text{C}$ 后,便可停止测温,同时撤除保温和保湿的养护材料<sup>[5]</sup>。

#### 2.5 基坑降排水

因跳仓法施工技术在使用上无需在底板位置设置后浇带的缘故,地下室结构应当经过跳仓施工构成箱体之后,由于上部结构与荷载尚未完成,且此工程项目的地下水位较高,为了避免结构发生上浮的问题,需要采取相应的抗浮措施。根据基坑支护距离外墙间距为 $1.5\text{m}$ 的情况,可使用轻型井点的方法完成基坑降水的任务,用于降低在开挖深度范围内的土体含水量,为坑内施工作业提供便捷。为了达到在施工期间降排水工作顺利开展的目的,可沿着地下室外墙的外侧方向,在肥槽区域按照间隔距离 $30\text{m}\sim 40\text{m}$ 、深度 $1.6\text{m}$ 的标准布置砂石排水坑,素混凝土的浇筑在顶部 $0.8\text{m}$ 的位置,宽度则依据施工现场的肥槽宽度加以调节。于排水坑内迈入直径至少为 $0.2\text{m}$ 的PVC管,同时在管身钻孔上,包裹好无纺布、安全网开展过滤工作。在管内布置1个污水泵,在水被抽送至排水沟后,可经过三级沉淀池的沉淀处理后排入至市政排水系统。

#### 结束语:

综上所述,跳仓法施工技术的投用,为超长和大体积混凝土结构的施工提供了诸多边界,具有一定的现实意义。因此,工程单位要加强对跳仓法施工技术研究,通过精确把握划分区块、施工部署、区块施工缝处理、混凝土浇筑、混凝土养护与测温等各环节的施工要点,带动我国工程建设事业的长久发展。

#### [参考文献]

- [1]郑永生,甘英杰,王英,陈千伟,孙家俊.跳仓法在 $300\text{m}$ 超长及大体积混凝土地下室的施工应用[J].建筑技术开发,2022,49(21): 112-115.
- [2]王辉.关于超长超宽超深水位下混凝土结构跳仓法施工技术的探讨[J].中国建筑金属结构,2022(09): 46-48.
- [3]李浩然,尹志刚.跳仓法在超长结构筏板基础中的应用[J].工程建设,2022,54(06): 60-65.
- [4]白玉晶,高全龙,李建华,王业力,桓忠雄.珠海机场改扩建工程超长钢筋混凝土结构跳仓法施工技术[J].工程建设与设计,2022(02): 79-81.
- [5]谷明翔,王建峰,徐涛,夏祝炜,开拓.超大地下车库结构“跳仓法”施工技术分析[J].工程技术研究,2022,7(01): 45-46+56.