



# 免蒸养混凝土在构件生产中的应用探讨

李洪志

大庆油田工程建设公司建材公司混凝土构件厂，黑龙江大庆 163161

**[摘要]** 本文结合生产实际，围绕混凝土构件预制生产过程，探讨混凝土配制新方法和构件生产新工艺工艺，来探寻一条采取免蒸养生产混凝土构件的可行途径，替代蒸汽养生，以便既能节约养生能源成本，又能提高混凝土早期强度和保证生产工期及产量要求，提高后期混凝土构件使用的耐久性需求。

**[关键词]** 免蒸养；减水剂；混凝土配制；效益

**Abstract:** based on the production practice, this paper discusses the new method of concrete formulation and the new technology of concrete component production, so as to explore a feasible way to take the non-evaporative production of concrete component and replace steam to maintain health, so as to save energy cost. It can also improve the early strength of concrete and ensure the production period and output requirements, and improve the durability requirements for the use of later concrete components.

**Key words:** the efficiency of concrete preparation with non-evaporative water reducing agent

## 前言

大庆油田处于北部严寒地区，油田产能地面建设主要集中在一年四季的4月-10月期间，由于施工期短，工期紧，一年中地面建设的主体混凝土工程主要在夏秋季完成，而地面施工中很大一部分是采用预制构件的装配式结构，将现场施工准备期和混凝土养护期转移到预制厂，为工程建设的其他部分提供更多的施工时间，也为地广人稀的采油工程建设提供更便利的条件，节约了建设成本。大庆油田工程建设公司建材公司混凝土构件厂是大庆油田混凝土预制行业的龙头企业，从1962年建厂到现在已有半个世纪的历史，混凝土构件的生产工艺也经历了无数次变革和更新，但构件生产的蒸汽养生传统工艺一直延续到现在，因其可快速提高混凝土强度，达到尽早出窑，提高模具周转频次和腾出生产场地，从而提高产量缩短工期，多年来为油田发展建设作出不可磨灭的贡献；然而蒸汽养护构件每年都需要百万元以上的能源成本，同时还需要投入锅炉房及养生人员等设备及人员成本。近年来，混凝土预制行业出现活源不足，产量下降趋势，导致增加了单位产量的混凝土养生成本增加，特别是春季和入冬以后，更要增加了能源投入，使构件的生产养生成本成倍增加。为了适应企业发展需要，我们进行免蒸养混凝土应用技术研究，以探寻一条节约能源成本，又能满足油田产能需要的混凝土养生途径，以提高混凝土早期强度和保证生产工期及产量要求。

## 1 混凝土构件生产的技术现状

目前建材公司混凝土构件厂生产的混凝土构件产品类型主要有以下三大类，包括：抽油机基础、容器基础、路灯基础、管墩基础、电杆底盘卡盘拉线盘基础等基础类；井口房、牛腿柱、围栏桩、检查桩、框架梁、实心板等厂区构件类，大跨双T板、桥梁板、桥涵板和预应力电杆等预应力构件类；对于基础类构件混凝土强度需达到设计强度的60%以上即可吊装出窑，对于厂区构件（井口房、牛腿柱）出窑脱模强度需达到70%以上脱模强度，再进行出窑，摆放；对于预应力构件脱模强度需达到设计强度75%以上，方可放张预应力筋，进行脱模摆放，而对于打跨后张预应力构件，如桥梁板，吊车梁、屋面梁，有的需要达到设计强度的100%以上方可进行预应力张拉和封端，将会需要更长的施工时间；为了缩短蒸汽养护时间，节约天然气能源成本，同时保证生产工期和构件混凝土强度要求，我们根据生产实际，已经对部分构件进行养生制度和配合比的调整，例如：对于预应力电杆，采用碎石和高效减水剂，缩短电杆养生时间可高达20%；在夏季，对于室外生产的基础，可以采用仅送3-5h蒸汽养护后，转入自然养护来生产基础构件，这样可以节省部分养生能源成本。今年我们又通过设计委托，与油田设计院进行沟通，进行非预应力电杆图纸设计，以争取采用免蒸养工艺生产非预应力电杆产品。然而由于客户工期要求，目前大部分混凝土产品还需要采用蒸汽养护，来提高混凝土的早期强度。

## 2 混凝土构件的养护的目的和基本方法

混凝土浇筑后，如气候炎热、空气干燥，不及时进行养护，混凝土中混凝土养护水分会蒸发过快，形成脱水现象，会使已形成凝胶体的水泥颗粒不能充分水化，不能转化为稳定的结晶，缺乏足够的粘结力，从而会在混凝土表面出现片状或粉状脱落。

混凝土的养护包括自然养护和蒸汽养护。混凝土养护期间，应重点加强混凝土的湿度和温度控制，尽量减少表面混凝土的暴露时间，及时对混凝土暴露面进行紧密覆盖（可采用篷布、塑料布等进行覆盖），防止表面水分蒸发。暴露

面保护层混凝土初凝前，应卷起覆盖物，用抹子搓压表面至少二遍，使之平整后再次覆盖，此时应注意覆盖物不要直接接触混凝土表面，直至混凝土终凝为止。

混凝土的蒸汽养护可分静停、升温、恒温、降温四个阶段，混凝土的蒸汽养护应分别符合下列规定：

- (1) 静停期间应保持环境温度不低于 5℃，灌筑结束 4～6h 且混凝土终凝后方可升温。
- (2) 升温速度不宜大于 10℃ /h。
- (3) 恒温期间混凝土内部温度不宜超过 60℃，最大不得超过 65℃，恒温养护时间应根据构件脱模强度要求、混凝土配合比情况以及环境条件等通过试验确定。
- (4) 降温速度不宜大于 10℃ /h。

### 3 免蒸养混凝土的配制途径

1) 免蒸养混凝土在混凝土构件生产中，主要是在自然养生条件下依靠外加剂和掺合料的添加，增加混凝土的胶凝材料的活性，使混凝土中水泥胶凝材料快速发生水化反应，同时，减少单位体积混凝土的用水量，从而降低水胶比，增加胶凝材料用量来提高混凝土的早期强度和最终强度，达到混凝土构件快速脱模，及时拉运或摆放，使生产场地和生产模具及时周转，完成委托构件的产量和工期使用要求；在目前生产厂区状况下，为达到免蒸养，我们需要增加预制场地面积和模具数量，特别在新厂区，随着各个厂房的交付使用，我们充分利用管桩生产线、桥梁生产线，制作基础钢模具，可以利用快脱生产工艺，完成夏季 6、7、8、9 四个月基础类构件的免蒸养，此类构件可延长自然养护时间，增加自然浇水次数，实现免蒸养，此类构件可采用常规配合比，通过部分增加胶凝材料水泥及粉煤灰的用量来实现，进行成本测算确定适合的混凝土配合比，用于工期不紧张的基础类构件生产。

2) 对于 C30-C35 梁板和井口房等厂区类构件，此类构件属于薄壁类构件，构件自身的混凝土强度较高，脱模出窑时的施工荷载较大，需要配制掺加高效减水剂、早强减水剂，通过实验配制低水胶比的常规混凝土，该混凝土即满足强度要求，同时满足施工工艺要求，要适当增加人工成本缩短施工时间，同时要增加养护，增加二次自然养护时间。

3) 对于 C40-C50 预应力混凝土构件用强度较高的混凝土，此类构件混凝土需添加外加剂、部分增加水泥用量，同时增加蒸汽养生，或增加自然养生时间才能达到脱模强度要求，同时增加模具台座周转，对大批量构件生产不利，适合小批量桥梁板生产，需要合理组织施工。

### 4 实验统计对比分析

2018 年 7 月 -8 月份，我们进行部分构件生产免蒸养实验，对 C30 抽油机基础生产实现全面免蒸养，对室内 C25 快脱构件全面实现免蒸养，通过抽取 7 月 15 至 7 月 22 日七天实验结果，进行实验脱模强度对比及经济效益对比如下：

强度统计表一

产品	养生时间h	7天生产构件平均强度(MPa/%)		
		1d 脱模	3d	28d
基础	12	19.56/65.2%	24.00/80%	39/130%
快脱构件	14	15.4/61.5%	21.25/85%	32/128%

经济效益对比表二

生产时间		7月		8月		效益(万元)
		产量(m <sup>3</sup> )	节约天然气(m <sup>3</sup> )	产量(m <sup>3</sup> )	节约天然气(m <sup>3</sup> )	
构件名称	基础	550	40000	750	50000	8~10
	快脱构件	350	25000	400	30000	5~6

实验结果：

- 1) 从统计表可以看出，对于 7～8 月份，平均气温达到 25℃ 以上，不增加外加剂条件下一天养生完全能达到 60% 以上脱模强度，若增加减水剂或调整配合比，则强度会更高。
- 2) 在增加外加剂和增加胶凝材料同时，可采用在室外生产，增加太阳能养护棚，及时养生覆盖，增加模具及平台场地，以便达到免蒸养同时保证工期和混凝土脱模强度要求。
- 3) 可在北方夏季天亮较早，将施工时间提前到早上生产，将中午高温时间用于养生，达到提高养生效果。
- 4) 对于二次养生，可采取喷涂养护剂的办法，保证二次养生质量。

### 5 免蒸养混凝土的经济效益对比

以我厂 2018 年 6 月生产量为月平均产量进行经济效益对比分析：

产出：2018 年 6 月，构件生产量 3250m<sup>3</sup>，蒸汽养生天然气日使用量 5000～6000m<sup>3</sup>，月用量达 150000m<sup>3</sup>～240000m<sup>3</sup>，天然汽单价：1.5 元 /m<sup>3</sup>，蒸汽养生天然气成本为 22.5～27 万元。

人工，锅炉房 5 人，120 元 / 人，工资 5\*120\*30=1.8 万元，锅炉房设备维修及保养 1 万元，合计：25.3～38.8 万元；

投入：若完全采用免蒸养，预计增加外加剂成本 12kg，单价：3000 元 /t，则 3250m<sup>3</sup> 混凝土增加外加剂成本：12\*3000/1000\*3250=11.7 万元，预计增加水泥用量 15kg，单价：400 元 /t，则 3250m<sup>3</sup> 增加水泥用量成本：15\*400/1000\*3250=0.195 万元，合计增加成本 11.7+0.195=11.895 万元，则每月结余蒸汽养生成本：10.605～26.905 万元。

经济效益：一年按生产 6 个月计算，全年可节约蒸汽养生成本：63.63～90.63 万元。

### 6 结束语

免蒸养混凝土在混凝土构件生产中的应用，主要使用于满足工期要求的自然养护施工，在大庆地区，6 月份到 9 月

份为主要施工日期，日平均气温在 15℃以上，要想最大限度实现免蒸养，还需要在提前销售沟通，及时办理构件委托，确定构件需求，进一步进行试验确定配合比和生产及施工工艺，以便具有足够的养生期，减少场地限制，以便达到免蒸养，来节约养生成本，同时提高混凝土的耐久性。

**[参考文献]**

---

[1] 铁道部丰台桥梁厂，混凝土蒸汽养护 [M] 北京：中国建筑工业出版社，1978

[2] 朱瑶宏，占文，秦明强，等，蒸汽管片混凝土物理力学性能的影响因素研究 [J] 混凝土，2014

[3] 张建纲，毛永琳，陆海梅，蒸汽养护条件下矿物掺合料的水化特性及微观结构 [J] 电子显微学报，2015(2);105-110

作者简介：李洪志：高级工程师，2001年毕业于大庆石油学院建筑工程专业，现任大庆油田工程建设公司建材公司混凝土构件厂技术办主任。tmcjub@126.com