

水工混凝土施工技术问题探讨（一）岩土工程师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/553/2021_2022__E6_B0_B4_E5_B7_A5_E6_B7_B7_E5_c63_553154.htm

摘要：我国的混凝土坝起步于1950年代初，发展很快，基本上是10年一个台阶，水工混凝土施工技术也有长足进步，如优先使用散装水泥车，掺用掺合料外加剂，混凝土运输条码识别，水平、垂直运输一体化，仓面机械配套以及混凝土保养工程等等。尽管如此，仍存在一些问题需要探讨，比如规范混凝土浇筑的仓面配套，浇筑过程控制和质量标准等。

1.概述 人们对于水工混凝土的认识，始于20世纪初，随着越来越多的混凝土大坝的施工兴建，对混凝土的了解越来越深刻。如：发现混凝土的强度与水灰比有关，才逐步用低流态混凝土代替高流态混凝土；对混凝土配比进行设计，才懂得选择不同级配骨料代替以往不洗不筛；为调节和降低混凝土水化热，才推行利用中、低热水泥品种，掺加掺合料和外加剂等措施；为适应大体积混凝土施工受温度控制的制约，普遍采用柱状分块法浇筑、骨料预冷、加冰拌和、快速入仓、通仓薄层浇筑等综合措施。正是上述认识和措施；为混凝土坝向更大高度、更大规模发展创造了条件，为水工施工走一条不断提高质量、缩短工期、降低造价，改善结构性能的通路找到了一条途径。我国的混凝土坝建设起步于20世纪50年代初，比工业发达国家落后数10年。由于我国是个农业大国，水电资源非常丰富，建坝综合效益特别显著，所以，尽管建国初期工业基础薄弱，科技相对落后，资金也很短缺，但是国家和政府把水电建设放在非常重要的位置，推动了水电事业的快速发展，基

本上是每10年就上一个台阶。1950年代建设了一批坝高100m级的混凝土坝，其代表性的坝有梅山连拱坝，坝高88.24m；新安江水电站，坝高105m，三门峡水电站，坝高106m等。1960年代建设了一批坝高100~150m级的混凝土坝，其代表性的坝有刘家峡重力坝，坝高147m等。1970年代后期至80年代，建设了一批坝高150~200m级的混凝土坝，其代表性的坝有龙羊峡重力拱坝，坝高178m；乌江水电站，坝高165m；东江双曲拱坝，坝高157m等。1990年代初列为世界混凝土坝先进行列的二滩水电站双曲拱坝进入施工，其坝高达240m；与此同时，世界最大的水利枢纽三峡工程也于1994年底正式开工，其最大坝高181m。随着坝工建设的高速进展，水电施工技术也得到了长足进步，特别是近20年来，水电施工技术在许多方面都获得了较大突破，与传统的施工技术相比，产生了许多新的变革。

2. 施工技术主要进展

2.1 优先使用散装水泥

目前，我国的建筑业施工，主要使用袋装水泥，而水工混凝土则规定优先使用散装水泥。在水工混凝土中使用散装水泥可以方便施工、降低成本、改善环境、满足大规模的批量需求，是一项技术成熟、可靠性高的施工新技术。

2.2 水工混凝土中应掺掺合料

水工混凝土通常由胶凝材料、骨料、砂和水等组成，随着工程的需要，掺合料已成为水工混凝土中不可缺少的第5组分。混凝土中掺入掺合料后，可以降低水化热，抑制碱骨料反应，节约水泥，降低成本，综合效益非常显著。常见掺合料有粉煤灰（也有用作胶凝材料）、凝灰岩、硅粉、氧化镁、陶瓷、金属或非金属矿渣等。

2.3 水工混凝土中必须掺外加剂

近10多年来，混凝土外加剂技术飞速发展，品种越来越多，性能越来越好，技术也越来越完善，为此，规

定在混凝土中必须掺外加剂。目前常用的外加剂有：引气剂、普通减水剂、缓凝减水剂、引气减水剂、高效减水剂、缓凝高效减水剂、缓凝剂、泵送剂等。在水工混凝土中掺入外加剂后，能够改善混凝土和易性，调整凝结时间，提高各项物理力学性能和耐久性，增强混凝土适应环境的能力等。

2.4 混凝土运输条码识别

在多品种混凝土同时运输的情形下，需要对其正确识别，传统的方法是在车辆的前部显著位置设置标志，然而这种方法易于出错。为此，三峡工程采用混凝土运输计算机条码识别系统，成功应用在左右岸拌和系统。其工作原理为：当调度发布运行指令后，红灯转为绿灯，即装有条码识别牌的车辆可以通行。车辆在行进中触发安装在入口处的红外开关，微机检测到该信号后，指令安装在识别棚上方的摄像装置和图像采集卡进行采样，对采集到的数据进行图像识别处理，获取该车需运输的混凝土品种即秤杆号信息。根据每座拌和楼的生产状况，按照优化调度的原则，在识别棚出口处前方的显示牌指示车辆要去的楼号。同时，通知拌和楼按指定秤杆生产混凝土。整个处理过程大约在1秒钟左右全部自动完成。在三峡右岸85m高程系统混凝土生产、运输中，利用条码识别近10万车次，误识别率小于万分之五。通过该系统实现了群楼集控，提高了拌和楼群的综合生产能力，避免了错料等质量事故发生，取得了显著的综合效益。

2.5 混凝土水平和垂直运输一体化

皮带机以连续运输为特征，具有较高的生产效率。尤其是近年来，塔带机（顶带机）和胎带机的引进和应用，将混凝土水平运输和垂直运输合二为一，实现了对混凝土运输传统方式的变革，从而导致了皮带机运输混凝土的广泛应用。以TC2400型塔带机为例，其

工作幅度100m, 输送带宽760mm, 基座为固定式, 主塔直径3.5m, 分13个塔节(标准节每节长9.3m), 能借助液压千斤顶自动爬升。塔柱抗弯力矩为33 354kNm。吊钩以下的高度为95 m, 给料皮带和送料皮带长分别为90m和130m, 带宽760mm。工作电源为480V60Hz或380V50Hz, 总功率300kW。其混凝土输送能力为: 三级料7m³/min、四级料5m³/min。塔带机的主要技术特性如下: (1) 塔柱具有自升功能。初始安装时间约需6周, 以后自身加高一节塔身只需3h。(2) 操作方便。正常操作仅需1人, 加上维护、管理人员, 每台每班只需3人。(3) 控制范围大, 输送能力高。TC2400型塔带机控制幅度100m, 三级配混凝土的小时输送能力理论上可高达420m³。(4) 一机二用, 除用于混凝土浇筑入仓布料外, 还可作为塔吊使用。塔机的工作幅度为84m, 从皮带输送状态转换成吊车状态仅需15min左右。

2.6 陡坡与垂直运输设备

(1) 负压(真空)溜槽 荣地、江垭、普定等工程采用了负压(真空)溜槽, 其原理为: 当混凝土从集料斗进入溜槽下行时, 由于溜槽具有良好的密封性, 溜槽内部的空气从底部排出。由于混凝土在溜槽内并非密实, 与槽壁之间存在空隙, 当混凝土下行时, 在管内产生真空度(即负压), 此时槽内气压力小于外界气压, 使柔性椭圆槽内向变形, 槽内的混凝土受挤压产生摩擦力, 减缓了混凝土的下行速度。混凝土在溜槽内速度变化时的随机过程为: 速度大时, 真空度越大, 因此, 压紧力越大, 即摩擦力越大, 使速度下降; 反之, 速度小时, 真空度越小, 即挤压产生的摩擦力越小, 使速度加快。负压(真空)溜槽由于采用真空负压挟裹混凝土, 能自动控制混凝土下卸速度, 它不需要动力, 结构简单

，使用方便，运行噪音小，无污染，制造成本低，适用于坡度为 $1:0.75 \sim 1:1$ 陡峻斜面运输。（2）MY BOX 在三峡工程永久船闸竖井混凝土浇筑中，采用了具有二次搅拌功能的垂直连续式运输设备MY BOX。该设备为日本前田公司的专利产品，混凝土料在MY BOX内自上而下自由下落，每经过一节就会增加2倍次的混合，当经过n节，即增加 $2n$ 倍次的混合，它不需要外部能源或动力，能有效避免混凝土垂直运输中的离析，使用方便。利用MY BOX共浇筑15万多 m^3 ，既解决了洞井施工干扰的矛盾，又保证了浇筑质量，缩短了工期。与常规的吊罐或泵送混凝土垂直运输方式相比，不仅大大降低劳动强度，而且节约运输成本40%。

2.7 仓面五小机 平仓机、振捣机、高压水冲毛机、仓面吊及喷雾机被称之为仓面“五小机”，它是随着混凝土施工技术的发展应运而生的。在三峡、二滩等许多大型水电工程的大仓位混凝土浇筑中，平仓已采取专用平仓铲、主振捣设备已采用带有多个振捣棒头的振捣机，这对于加快浇筑进度，保障浇筑质量起到了积极的保障作用。高压水冲毛技术是一项高效、经济而又能保证质量的缝面处理技术，其冲毛压力为 $20 \sim 50 \text{ MPa}$ ，冲毛时机以收仓后 $24 \sim 36 \text{ h}$ 为宜，冲毛延时以每平米 $0.75 \sim 1.25 \text{ min}$ 效果最佳。仓面吊主要用于辅助仓内模板、钢筋安装等工作，最大吊高 9 m ，最大吊重 5 t ，其体积小，自重轻，运转灵活，可适应于全仓位作业。仓面喷雾机是在浇筑仓面上空形成一道雾化屏障，以隔离仓外气温进而形成仓面小气候的温控设施。在夏季混凝土浇筑中，采用仓面喷雾的仓位，其仓内小气候温度要比仓外气温降低 $4 \sim 6$ ，温控效果十分明显。

2.8 混凝土保温技术 混凝土的侧面永久保温，已由过去的挂草席

、布帘改为具有良好保温性能的化工产品。当采用拆模后外挂（或外粘）施工方法时，多选用适当厚度的聚乙烯卷材，为增加卷材强度，可在卷材两面覆上彩条布。当采用在立模后内贴施工方法时，多选用聚苯乙烯板材，拆模后保温材料就留在混凝土表面。当采用拆模后在混凝土表面喷涂施工方法时，则选用双组份发泡聚氨酯材料。这些新的保温技术，均比传统保温方法工效高，效果好，无污染，现场文明美观。

2.9 其它除上述各项之外，还在预埋冷却水管的材料和方法、预埋件的施工工艺、大升层（3m）混凝土浇筑、施工缝面采用低一级配的混凝土或同一级配的富浆混凝土替代铺砂浆以及混凝土温控、养护等方面均取得了进展，这里不再一一详述。把岩土师站点加入收藏夹 100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com