



如見於

Vertech Hume P/L, Werribee, Victoria 3030, Australia



## 钢筋混凝土杆的创新型生产方法

澳大利亚混凝土杆制造商 Vertech Hume 借助澳大利亚最新研发的即时脱模技术开发了一套全新的钢筋圆形中空混凝土电线杆生产工序，目前此套生产工艺已经投入生产。

“Vertech Hume 公司的即时脱模生产设备”一文于 2007 年 2 月最先发表于 CPI 杂志，同年 Vertech Hume 公司受到澳大利亚政府颁发的“澳大利亚优秀工程”表彰。当时，这一技术还处于初始阶段，时至今日，这一技术已日臻成熟，每个模具的混凝土杆年产量可达到 3000 根。Vertech Hume 的即时脱模生产工序产出的产品在澳大利亚国内市场上占据了较大份额，目前已同多家企业签订了长期合同，遥遥领先于其他使用传统 spun 技术的企业。

### Vertech Hume 即时脱模技术

Vertech Hume 即时脱模设备将 1 立方米的混凝土垂直注入杆模具，20 分钟后进行脱模。整个过程模具保持静置（无旋转），同时能够清除新浇混凝土中的游离水，最终生产出 1-2 MPa 混凝土，保证 2 公吨重的湿浇混凝土杆有足够的强度可以垂直悬挂在钢筋骨架上并即刻运送进行固化。整个过程只需 30 分钟。

充分搅拌过后的混凝土中含有两种水，一种是用来湿润混凝土颗粒，另一种则游离在颗粒之间填充缝隙。

后一种游离水在这一过程中被移除，此时混凝土拌合料中的成分为水、硅酸盐水泥和聚合物。不加任何添加剂，保证配料的成分简单和成本节约。

模具同其他生产空心圆形混凝土杆的模具相似，然而使用方法却十分新颖。Vertech Hume 的模具竖直固定在一根桅杆上，模具的两部分可以在液压控制下水平移动，合并时形成一个空心体，边缘部分由液压锁紧块密封，短时间内开合实现模具和混凝土杆的分离。

混凝土杆的空心部分不是通过旋转实现的，而是通过在浇筑混凝土杆的锥形模具内添加一个内核实现的。

钢筋骨架被悬挂在这个锥形模具空心体中，模具的两部分合并时，模具外层和内核之间的骨架保持同心位置，确保管壁厚度的一致性。

借助标准起重机，将内核垂直向下移动嵌入钢筋骨架 14m。步骤 1 请参考图 1。因此，Vertech Hume 的这套设备都是 3 米高，是混凝土杆和模具高度的二倍。垂直浇筑节省占地成本，整套设备的占地面积仅为 120 平方米。

钢筋骨架安置就位，将模具闭合并连接至混凝土泵管，接着开始浇筑混凝土杆，整个过程需 4-5 分钟。步骤 2 请参考图 1。混凝土由下至上输送直至填满模具，此时内核受力以压紧

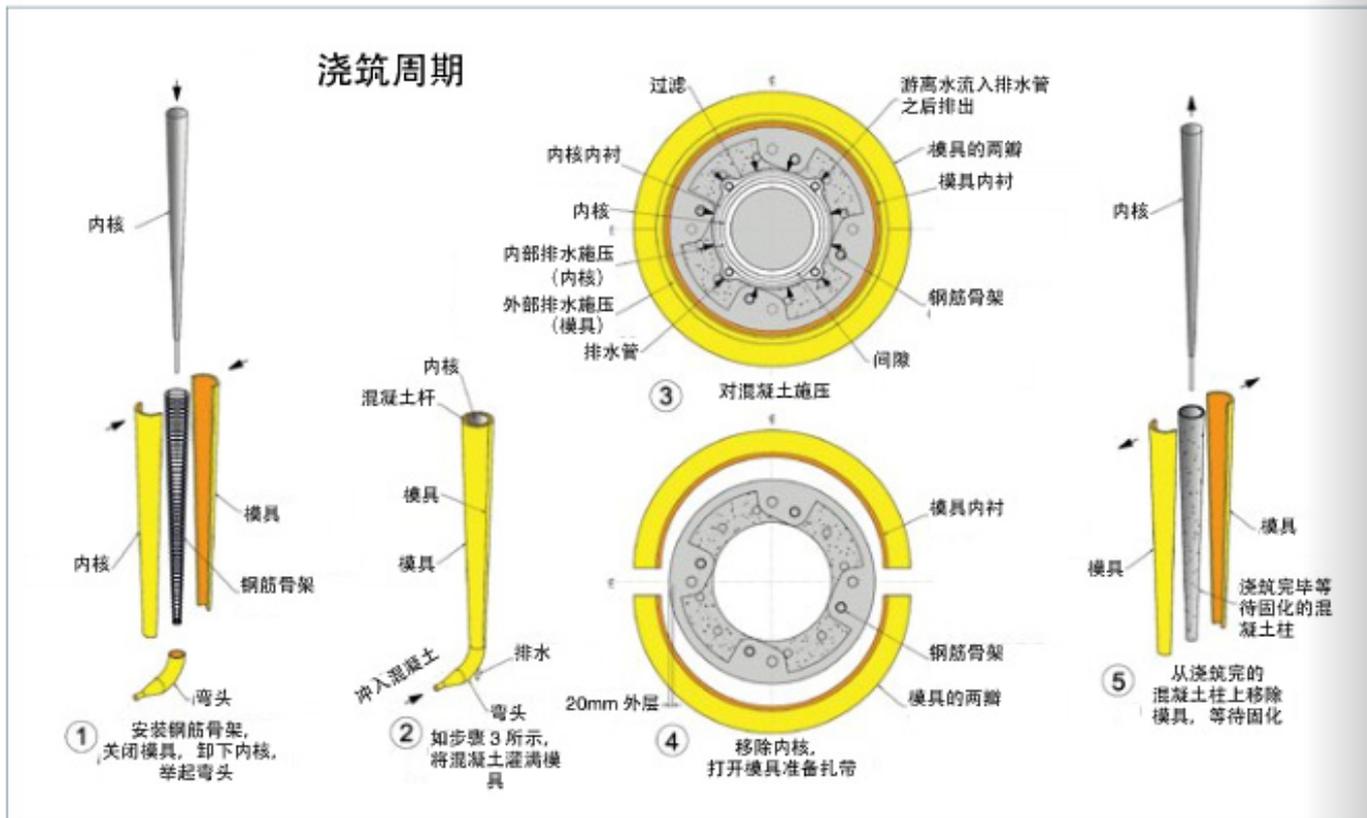


图 1: 浇筑周期

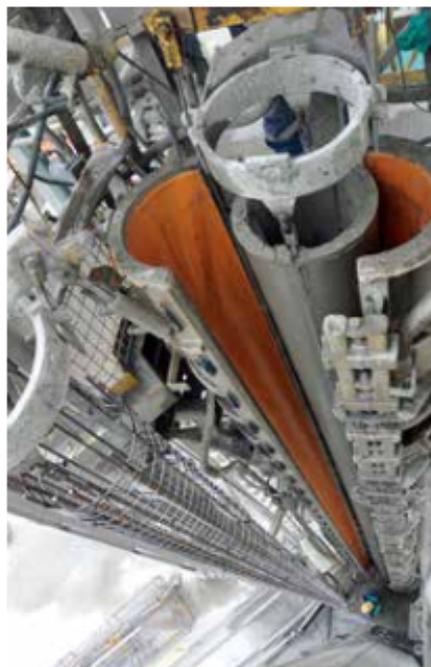
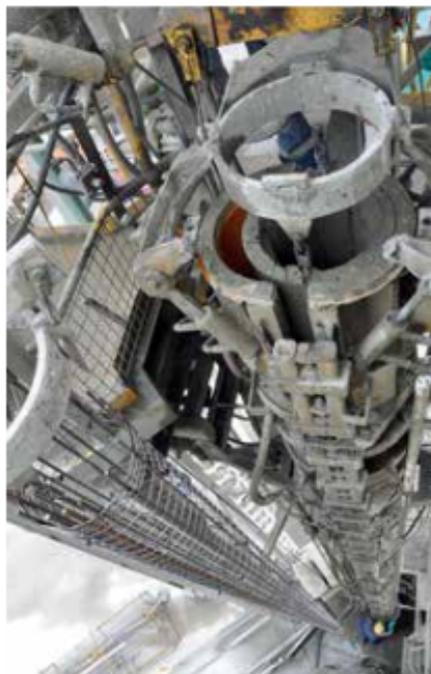


图 2、3、4：新浇混凝土的脱模工序

混凝土。步骤 3 请参考图 1。对内核施力的是其周围的橡胶气囊，压力约为 250000 帕斯卡。气囊上带有过滤布和排水系统，用于排出游离水，保证所有的聚合物和水泥颗粒不流失，此时水灰比降至 0.32-0.33。这个过程需 15-20 分钟，之后气囊的压力解除，内核被垂直移除，混凝土杆脱模之后挂在垂直式蒸汽传送货架上等待固化。步骤 4-5 请参考图 1。

在此阶段，低水灰比和高粘合力的优势开始凸现出来了，因为支撑湿混凝土的只有钢筋骨架。单一方向压紧的新浇混凝土具有卓越的抗压强度，20 分钟内抗压系数即可达到 1-2MPa，从而使新浇混凝土干净利落地从模具表面剥离，无须为下次浇筑做准备。模具重新安置后即可立即投入使用；无须使用任何脱模剂。

混合配比设计、加压、真空、定时、过滤和模具内衬材料等因素的结合是确保这项创新技术成功的秘诀。在一道工序中将旋转铸模的高强度同静置铸模的简单化相结合，提升了整个技术的商业价值。然而成功的秘诀并不是显而易见的。一方面，由于向钢筋骨架内外部输送混凝土会造成很强的阻力，因此泵需要具备良好的抽送能力，而且还需保证拌合料中含有充足的水分；另一方面，确保低水灰比、平滑外表面和基体粘合力同样十分重要。

在浇筑混凝土杆的实验中，实验人员发现尽管加入细骨料可以削弱水的分离，但是同时却破坏了表面光滑度和基体强度。配料比中如果细骨料含量较高，可以保持充足水分，但是浇筑出来的基体却不能轻易排出其中的游离水。为了设计和检测替代拌合料方案，研究人员以混凝土杆为原本制作出一个小型的实验模具。在反复试验和不断探索中，他们最终研发出一种配料方案，既拥有高紧实度，同时也可以保证表面的光滑程度和 0.35 左右的最终水灰比。然而没有想到的是，尽管拌合料容易流失水分，泵的抽送能力仍表现良好。而泵压稳定在中档，表面光滑度高，足以满足澳大利亚的工业规格。这一过程的优势便得以显现。在旋转混凝土杆中，大颗粒的聚合物停留在表面而细骨料被包含在内里，细骨料在表面的低密度会

导致出现浆沫。Vertech Hume 即时脱模技术可以有效地将细小的聚合物和水泥均衡分布在整个基体中，确保生产出更加均质的混凝土。吸水率也满足了澳大利亚和新西兰的标准—高于 6.5%。如果旋转铸模混凝土杆样本想要满足这种低吸水性，首先必须解决混凝土杆中浆沫的吸水问题。业内目前一致认为这种即时脱模技术的低吸水性保证了产品更加优越的质量和更高的抗蚀能力。

### 生产力的新定义

现在我们已经了解到这一生产工序可以经受混凝土车间的恶劣条件，具有较高的可信度，日常维护措施简单，质量水平保持高度稳定。

无震动静止铸模的优势在于部件数量少，运行缓慢，不会造成部件的磨损和疲劳。这对于持续浇筑来说具有重要意义。Vertech Hume 公司认为大多数部件的预期使用寿命都在 30 年以上。

即使是合成材料的修理和最终替换，如内核中过滤游离水的滤布，也仅占混凝土杆成本的 0.33%。这些滤布从桅杆移除，在高压下冲洗后，重新安装在桅杆上。从移除到冲洗，再到重新安装，一名工人在 15 分钟便可完成整个步骤。

实践证明，模具内衬也十分稳定。模具内衬中的水泥颗粒浇筑时可以始终保持新鲜程度，附着到下一根即将浇筑的混凝土杆上。天气炎热时，每浇筑 3-5 根混凝土杆后进行一分钟的冲洗可以避免短时间内积累水泥颗粒。每浇筑 350-400 根混凝土杆，用盐酸冲洗模具内衬，无须再使用脱模剂或者脱模油。衬层可以用来浇筑 8000-9000 根混凝土杆，更换衬层仅需要两个工作日。这是在严峻的工作条件下利用现成材料可以实现的最意想不到的圆满效果。

产量固然重要，但是除非产量和质量成正比，否则一味追求产量势必导致失败。Vertech Hume 即时脱模技术再一次向我们证明其始终如一的高品质。配料设计中将水灰比控制在 0.5-0.55。这种高流动性的混凝土可以轻松进行抽送和运输。无需使用泵辅助设备、去沫剂和强塑剂。令人难以置信



典型剖面;  
图 5: 旋转铸模的剖面

的是, 不需要对聚合体进行水分测试, 也无需在批量生产之前进行混凝土实验。

移除游离水后, 最终水灰比自动达到 0.32-0.35, 保证了混凝土的强度和持久度。这一点与旋转铸模技术十分不同。这一工艺借助了模具内部的体积确保了配料的稠度。模具内填满拌合料时, 混凝土杆的成分分布均衡, 保证了产品的重



Vertech 铸模剖面

量、重心和铸壁厚度, 最终确保混凝土杆可以按照设计方案支撑起钢筋支架。值得一提的是, 混凝土柱的内壁表面不会出现浆沫。浆沫一旦出现, 将会引起危险, 因为浆沫(旋转铸模的混凝土杆内部的软质层)会吸收土壤中的水分, 从而加快混凝土的恶化和钢筋的腐蚀, 极端情况下可以将混凝土杆的寿命缩短至 5 年。

### 人工和安全

这个制造工厂的设计方案使其获得了很大的人工优势。首先, 人工需求的减少降低了产品成本。与旋转技术相比, Vertech Hume 即时脱模技术对人工的需求降低了 25%。Vertech 工厂中只需要 4 人操作整个系统, 这 4 人可以每两周轮一次班, 整个操作不会过于依赖单个工人。这项技术同时也提供了一个更加安全的工作环境, 因为工作中不涉及到模具的旋转、滚动和吊起。更加安全的工作环境也降低了保险方面的开支。同旋转技术相比, 新的技术中起重机的使用率不到原来的 50%。这也降低了产品损伤和工人受伤的风险, 同时更小的噪音也降低了工人的疲劳程度, 从而提高了生产力。

### 总结

在这个充满竞争的市场中, Vertech Hume 即时脱模技术已经证明了自己的实力, 并得到了大家的公认。2014 年, 历经 7 年的不断探索, 这项技术最终成型, 现已投入生产并申请专利, 做好充分准备去迎接新的市场。

详情请咨询

**VERTECH**  
**HUME**

Vertech Hume P/L  
64-66 Lock Avenue  
Werribee, Victoria 3030, Australia  
T +61 3 9742 5277  
F +61 3 9742 7060  
info@vertechhume.com.au  
www.vertechhume.com.au



等待派送的 Vertech 混凝土杆