

# 谈机场水泥混凝土道面施工质量控制技术

文 / 谢 显 中国水利水电第八工程局有限公司

**摘要：**随着我国民航事业的蓬勃发展，机场建设规模不断扩大，对飞行区水泥混凝土道面的施工质量提出了更高的要求。作为机场建设的关键环节，道面工程直接关系到飞机的安全起降和正常运营。本文在总结机场道面混凝土施工要点的基础上，从原材料质量控制、科学拌制与运输、规范浇筑与振捣、充分养护等方面，提出了一套行之有效的混凝土道面施工质量控制措施。结合实际案例，探讨了混凝土配合比优化、泵送管路布设、平整度控制和裂缝防治等技术在机场道面施工中的具体应用，旨在为提升机场水泥混凝土道面工程质量，确保飞机安全运行提供有益参考。

**关键词：**机场；水泥混凝土道面；施工质量；控制技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.033

## 引言

水泥混凝土刚性道面以其高承载力、耐久性好、使用寿命长等优势，在机场建设中得到了广泛应用。随着我国民航事业的快速发展，现代化机场对飞行区道面的平整度、抗压强度、抗冻性等性能提出了更高的要求，这对水泥混凝土道面的施工质量控制提出了新的挑战。如何在保证工程进度的同时，最大限度地提高道面混凝土综合性能，成为机场建设者需要着重考虑的问题。科学规范的施工质量控制体系，是确保机场水泥混凝土道面满足现代化机场建设要求的重要保证，对促进航空运输业持续健康发展具有重要意义。

### 一、机场水泥混凝土道面施工要点

#### （一）混凝土拌合物和易性控制

混凝土拌合物的和易性控制是机场水泥混凝土道面施工质量的关键。施工单位需要针对设计要求，严格控制混凝土的水泥浆含量、水泥浆稠度以及砂率等指标，来保证混凝土拌合物具备良好的流动性、保水性和粘聚性<sup>[1]</sup>。这就要求技术人员在施工配合比设计时，要综合考虑水泥品类、骨料级配等因素的影响，必要时可以通过添加减水剂、引气剂等外加剂来改善混凝土的工作性能。与此同时，在混凝土拌制过程中，应严格按照配合比计量材料，控制拌制时间，确保混凝土拌合均匀。合理选用搅拌设备，采用强制式搅拌机械，可有效避免混凝土离析、泌水等和易性问题。

#### （二）混凝土强度管控

混凝土强度作为衡量机场道面承载能力和使用寿命的关键指标，其管控贯穿于施工全过程。影响混凝土强度的因素众多，如水灰比、水泥标号、养护条件等。为确保道面混凝土达到设计强度，施工单位在混凝土配合比设计时，应通过试配、试验等方法，合理确定各材料用量比例，特别是要严格控制混凝土的水灰比<sup>[2]</sup>。在选材方面，应优先采用高标号的硅酸盐水泥，提高水泥石强度和混凝土抗压强度。此外，混凝土浇筑成型后，养护条件将直接影响其后期强度增长。因此，要制定完善

的养护措施，根据外界环境条件，合理确定混凝土养护时间、湿度和温度，避免因养护不当导致强度不足、开裂等质量问题。

#### （三）混凝土耐久性保证

机场水泥混凝土道面长期处于恶劣的使用环境中，需要频繁承受飞机的荷载作用和多变的气候条件，这对混凝土的耐久性提出了很高的要求。为确保道面混凝土经久耐用，设计和施工单位必须充分考虑影响混凝土耐久性的各项因素，采取切实有效的技术措施。首先是提高混凝土自身的抗渗性、抗冻融性和抗化学侵蚀性。这可以利用合理选用水泥品种、优化混凝土配合比、掺加矿物掺合料和添加剂等途径实现。例如采用硫酸盐硅酸盐水泥、粉煤灰等，可提高混凝土的抗渗性和抗冻性。其次是优化施工工艺，如二次振捣、蓄水养护等，可改善混凝土表面致密性，提高抵抗外界侵蚀的能力。再者是做好道面的定期维护，及时修补破损、嵌缝等，避免病害的连锁反应。

### 二、机场水泥混凝土道面施工质量控制技术

#### （一）原材料质量把控

原材料质量是保证机场水泥混凝土道面施工质量的首要前提。施工单位应建立完善的原材料质量控制体系，从供应商评估、进场验收到复检抽查等各个环节，严把材料质量关。水泥作为混凝土的主要胶凝材料，必须满足强度等级、安定性和凝结时间等技术要求，选用有质量保证的品牌水泥<sup>[3]</sup>。砂石骨料应采用质地坚硬、级配良好、含泥量和含水率符合规范的材料，使用前应按规进行堆放和清洗。外加剂的选用需借助试验确定，并控制在最佳掺量范围内。此外，施工单位还应加强对原材料的平行检测，及时发现和处理不合格品，确保只有高质量的原料才能进入施工现场，如表1所示。在混凝土拌合过程中，必须严格执行经试验确定的施工配合比，并采用经计量校准合格的设备进行称量，控制材料计量偏差在规定的范围内，从源头上控制混凝土的质量。

表 1 原材料质量控制标准表

原材料	质量控制标准
水泥	强度等级、安定性、凝结时间符合设计要求；选用有质量保证的品牌水泥
砂石骨料	质地坚硬、级配良好；含泥量≤[具体数值]%；含水率符合规范；按规定堆放和清洗
外加剂	选用经试验确定的外加剂；掺量控制在最佳范围内

**(二) 科学拌制与运输**

混凝土拌制的质量直接关系到机场道面的施工质量。施工单位应根据工程规模和施工强度，合理选择商品混凝土或自备拌和楼进行混凝土生产。无论采用何种方式，都必须配备性能可靠的搅拌设备，确保混凝土拌合物的均匀性<sup>[4]</sup>。拌制时，应严格控制材料投放顺序，先投入一部分粗骨料、水泥和水拌合均匀后，再加入砂子和其余的水泥、水拌合，最后加入外加剂和粉料。一般常规混凝土的拌合时间不得少于 45s，掺加外加剂的混凝土应适当延长拌合时间，不少于 90s。运输方面，通常采用混凝土搅拌运输车运输，车载时间不宜超过 45min。当需泵送施工时，应选择性能匹配的混凝土输送泵，并在泵送前对坍落度进行检测，控制在规范允许的范围内。若泵送距离较长，应采取降低坍落度损失的措施，如掺加缓凝型外加剂等。无论是拌制还是运输，都应做好温度控制，避免混凝土发生离析或初凝。

**(三) 规范浇筑与振捣**

混凝土浇筑和振捣是机场道面施工的核心环节。浇筑混凝土时，应合理安排施工时序和工艺流程，做到连续均匀，避免施工缝和冷缝的产生。对于厚度较大的道面，要分层浇筑，控制每层的厚度在 30~50cm 范围内。在分层浇筑的过程中，应在下层混凝土初凝前浇筑上层混凝土，如遇特殊情况导致两层混凝土间隔时间过长，必须对接触面进行处理，涂刷水泥浆或砂浆，以增强新旧混凝土的粘结力<sup>[5]</sup>。不同标号、强度等级混凝土交接处，更要严格按设计和规范要求施工，避免因施工不当造成结构薄弱。浇筑过程中，应控制混凝土自由倾落高度，不得超过 3m。振捣是使混凝土密实、消除孔洞的有效手段，应选择性能好、与结构匹配的振捣设备。一般道面振捣采用插入式振捣器，按快插慢拔的原则进行作业。插点要均匀，不得漏振、欠振或过振，振捣器须插入下层混凝土 5~10cm，确保上下层混凝土充分结合、不产生分层现象。同时，振捣过程中应防止振捣器碰触钢筋和模板，影响结构质量。

**(四) 充分养护**

混凝土浇筑成型后，科学规范的养护是使其达到设计强度和耐久性的重要保证。机场道面混凝土通常采用蓄水养护或覆盖养护的方式。蓄水养护是在混凝土终凝后，在道面上铺设一层薄膜，并保持其表面 2~3cm 的积水层，连续养护 14d 以上。覆盖养护主要在混凝土终凝前，采用塑料薄膜、草帘等覆盖在其表面，防止水分蒸发，影响混凝土水化和强度增长。值得注意的是，覆盖前应及时修补塑性收缩或沉降裂缝，避免裂缝在养护过程中扩展。不同季节和气候条件下，混凝土养护措施

应根据实际情况进行针对性调整。炎热、干燥环境下，要适当延长养护时间，并在覆盖基础上辅以洒水降温。而在低温、潮湿环境下，应控制外界水进入混凝土内部，并在必要时采取保温措施。在全过程、体系化的专业养护下，使道面混凝土内外同步硬化，避免温差应力导致的表面开裂，最终达到设计的强度和耐久性要求，经得起机场的长期反复荷载。

**三、机场水泥混凝土道面施工质量控制技术具体应用**

**(一) 混凝土配合比优化设计**

混凝土配合比的优化设计是机场道面施工质量控制的基础性工作。设计人员需要充分考虑机场工程的特点和混凝土性能要求，通过反复的试配和对比试验，合理确定各组材料的用量比例，使混凝土综合性能达到最优。首先要满足设计强度等级，根据机场道面厚度和荷载等级，通常要求混凝土抗压强度不低于 C40，抗折强度不低于 5.0MPa。其次要兼顾混凝土的工作性能，包括流动性、粘聚性和保水性等，确保混凝土在浇筑、摊铺和找平过程中不发生离析、泌水等问题。再次是混凝土的耐久性能，机场道面处于苛刻的环境中，需要混凝土具有优异的抗冻、抗渗和抗侵蚀能力<sup>[6]</sup>。为此，在基本配合比的基础上，可根据需要选择性掺加减水剂、引气剂、矿物掺合料等外加剂，如粉煤灰、硅灰等，以改善混凝土的各项性能。同时还要从环保和经济的角度出发，尽可能采用当地的原材料，降低成本。优化设计后的混凝土配合比，必须经过与工程条件类似的大体积混凝土试验验证，并及时修正，最终满足机场道面混凝土的性能要求。

**(二) 混凝土输送泵管路优化**

机场水泥混凝土道面施工中，大体积混凝土的输送泵送已成为主流施工方式。科学合理的输送泵管路优化设计，对于保证施工质量和效率至关重要。管路设计不当或布局不合理，易导致混凝土在输送过程中产生离析、堵管等问题，严重影响道面施工质量。因此，施工单位必须充分考虑机场道面工程的规模、线型、施工强度等因素，结合混凝土泵性能参数，对混凝土输送管路进行整体优化。具体来说，输送管路尽可能做到短、直，减少弯头连接，当需要转弯时应选用大半径弯管，并严格控制坡度，输送立管倾角一般不大于 45°。管道直径要与混凝土泵型号和混凝土性能相匹配，过大或过小都会引起输送不畅。对于运距较长的输送，应在管路中适当设置缓冲段，并预留清管孔，以便及时处理堵管事故。与此同时，还应做好易堵塞节点的应急预案，如在施工缝、结构转换部位设置备用管路或应急泵车，确保输送连续性。

**(三) 混凝土道面平整度控制**

平整度控制是机场水泥混凝土道面施工的关键质量控制点。根据民航行业标准，机场道面的平整度指标要求很高，跑道道面不平整深度不得大于 3mm，航站楼停机坪不得大于 5mm。为实现如此高的平整度，必须在混凝土浇筑、找平、抹面等环节实施精细化管控。施工单位通常采用专业的 GOMACO 摊铺机等设备，结合全站仪、GPS 等测量手段，对混凝土摊铺时的高程进行实时动态监测，一旦发现偏差及时调整，确保混凝土摊铺层的高程符合设计要求。对于局部不平整的区域，应在初凝前及时进行人工修正，或采取铣刨、二次找平等措施予以处理。找平结束后，要在终凝前利用收光机等设备反复压实抹面，并辅以人工细部修整，使道面表面平整光洁，不留任何印痕、裂缝和蜂窝麻面。平整度的检测贯穿施工全过程，每一个分块或分区的混凝土都要进行连续平整度检测，发现问题及时处理，并做好复测和验收记录。

**(四) 混凝土裂缝防治**

裂缝是机场水泥混凝土道面最常见也是最严重的病

害之一，会破坏道面的完整性，降低承载能力，缩短使用寿命。导致裂缝的因素很多，如温度应力、干缩变形、荷载作用等。作为施工单位，必须树立裂缝预防的理念，从材料、配合比、工艺、养护等方面采取综合措施。在原材料选择上，应优先采用低水化热、低收缩的水泥，选用高质量、级配良好的集料。混凝土配合比设计时，通过减水剂、膨胀剂的合理使用，降低水胶比，补偿收缩，必要时还可掺入抗裂纤维，提高混凝土的抗裂性能。浇筑施工时，应合理安排施工时间，尽量避开高温、大风天气，减少塑性收缩裂缝。若遇异常天气，要及时采取覆盖、降温等措施，缓解温度应力。养护阶段做好混凝土的湿润和温度控制，避免因水分蒸发过快或温差过大引发的干缩裂缝。同时，还应按设计要求及时开展混凝土切缝，包括隔断缝、收缩缝等，并采用高弹性嵌缝密封材料严密封填，阻断裂缝扩展，如表 2 所示。一旦发现裂缝，要及时判断裂缝原因和类型，并采取表面封闭、灌浆堵塞等修补措施，防止裂缝进一步恶化。

表 2 混凝土道面常见裂缝类型及防治措施

裂缝类型	成因	预防措施	处理方法
塑性收缩裂缝	表面水分蒸发过快	及时覆盖，喷雾养护	二次抹面，表面修补
温度裂缝	内外温差过大	合理配置水泥用量，控制浇筑温度	灌缝、封闭处理
干缩裂缝	水分损失，体积收缩	降低水灰比，添加减水剂	柔性材料填充
荷载裂缝	超载或局部应力集中	严格控制混凝土强度等级	结构加固、灌浆
施工缝裂缝	新旧混凝土结合不良	做好接茬处理，涂刷水泥浆	凿除重做，植筋加固

**四、典型案例分**

以北京某机场二期扩建工程飞行区道面施工项目为例。该项目道面混凝土采用设计强度为 C45/55，抗冻等级 F200，抗渗等级 P8。针对机场建设高标准、高要求的特点，项目部制定严格的原材料质量控制程序，细化各工序施工控制要点，强化过程质量监管和检验手段。所有原材料采购需经试验室检测合格后方可进场。混凝土拌制采用两台 HZS180 强制式搅拌站，运输采用封闭式罐车，入仓、卸料等过程中尽量避免离析。浇筑采用 GOMACO 滑模式摊铺机配合人工，随时检测混凝土的坍落度、空气含量和强度。重视混凝土成型阶段的修整抹面，提高道面平整度。综合采取塑料薄膜覆盖、喷雾养生等措施，确保了混凝土后期强度和耐久性指标。多个试验段数据表明，项目混凝土主要性能指标均优于设计要求，道面质量得到业主和监理的一致认可，为我国民航事业发展提供了有力支撑。

**结语**

总之，机场水泥混凝土道面施工是一项复杂的系统工程，涉及原材料选择、混凝土配合比设计、现场浇筑施工、质量检验检测等多个环节。只有全面实施科学规

范的质量控制措施，严把每一道工序质量关，才能确保道面工程的整体质量。展望未来，随着新材料、新工艺、新装备的不断涌现，机场道面施工技术必将向着更加智能化、精细化的方向发展。在先进技术的支撑下，必将建设出更加平整、耐久、安全的现代化机场，为民航强国建设贡献力量。

**参考文献**

[1] 李智鹏. 机场水泥混凝土道面施工质量控制要点分析 [J]. 住宅与房地产, 2024, (09): 155-157.  
 [2] 郝向东. 机场混凝土道面施工工艺及质量控制措施分析 [J]. 城市建筑空间, 2022, 29 (S2): 414-415.  
 [3] 王承鑫. 机场工程管理及水泥混凝土道面施工技术要点探析 [J]. 建筑安全, 2022, 37 (08): 53-55.  
 [4] 王丽. 机场水泥混凝土道面施工质量控制要点分析 [J]. 四川水泥, 2022, (07): 16-18.  
 [5] 沈东晖. 机场水泥混凝土道面施工质量控制技术探究 [J]. 四川水泥, 2021, (04): 9-10.  
 [6] 王焯. 机场水泥混凝土道面施工质量控制技术 [J]. 四川水泥, 2019, (08): 338.