

预制盾构管片的高性能混凝土研究

董华松

中交装配式建筑科技有限公司 河北 廊坊 065900

摘要: 随着城市化进程的加速,地下空间的开发与利用变得日益重要。盾构技术因其高效、安全的特点而被广泛应用于地铁、隧道等地下工程中。预制盾构管片,作为盾构隧道的核心构件,承载着隧道的稳定性和安全性。高性能混凝土(HPC),以其出色的物理和化学性能,正逐渐成为预制盾构管片的首选材料。本文将对高性能混凝土在预制盾构管片中的应用进行深入研究,探讨其材料特性、配合比设计、生产工艺以及质量控制等方面的内容,以期为预制盾构管片的制造提供理论支持和实践指导。

关键词: 预制盾构管片; 高性能混凝土; 耐久性; 工作性; 质量控制

引言

随着城市交通的日益拥堵,地下交通设施的建设变得越来越重要。预制盾构管片作为盾构隧道的主要结构组件,其质量和性能直接关系到隧道的安全性和使用寿命。高性能混凝土因其具有高强度、高耐久性、良好的工作性等优点,被广泛应用于预制盾构管片的制造中。本文将深入探讨预制盾构管片中高性能混凝土的研究与应用,以期对相关领域提供有价值的参考。

1 高性能混凝土的特性

(1) 耐久性: 高性能混凝土的耐久性是其最显著的特点之一。通过优化配合比、选用优质原材料以及掺入适量的矿物掺合料,可以显著提高混凝土的抗渗性、抗裂性和耐腐蚀性。这使得高性能混凝土能够在恶劣的地下环境中长期保持稳定的性能,延长隧道的使用寿命。

(2) 工作性: 高性能混凝土具有出色的工作性,包括良好的流动性、粘聚性和保水性。这使得混凝土在施工过程中易于振捣、密实,提高了施工效率,同时也保证了混凝土结构的均匀性和密实性。

(3) 高强度: 高性能混凝土通过合理的配合比设计和掺入高效减水剂,能够达到较高的强度等级。这使得预制盾构管片能够承受更大的荷载,提高了隧道的承载能力。

2 高性能混凝土在预制盾构管片中的应用

2.1 配合比设计

在预制盾构管片的制造过程中,高性能混凝土的配合比设计是确保管片质量的关键环节。由于盾构管片需要承受长期的水土压力、盾构推力以及各种设备荷载,因此,其混凝土必须同时满足高强度、高耐久性和良好的工作性。首先,强度是高性能混凝土的基本要求。设计师在确定配合比时,会通过调整水灰比来优化混凝土的强度。一般来说,较低的水灰比可以提高混凝土的抗

压强度,但也可能导致混凝土的工作性降低。因此,找到一个平衡点至关重要,既要保证混凝土的强度,又要确保其良好的流动性。其次,耐久性对于预制盾构管片来说同样重要。为了提高混凝土的耐久性,设计师会考虑掺入适量的矿物掺合料,如粉煤灰、矿渣粉等。这些掺合料不仅可以提高混凝土的抗渗性、抗裂性,还能有效减少混凝土中的氢氧化钙含量,从而提高其耐硫酸盐侵蚀的能力^[1]。再者,工作性也是高性能混凝土不可忽视的一个方面。为了确保混凝土在施工过程中易于振捣、密实,设计师会调整砂率以及高效减水剂的掺量。合理的砂率可以使混凝土获得良好的和易性和密实性,而高效减水剂则可以显著降低混凝土的水灰比,提高其工作性。此外,设计师在进行配合比设计时,还需要充分考虑施工条件和现场环境对混凝土性能的影响。例如,在高温季节施工时,需要采取相应的措施来防止混凝土出现假凝和开裂等问题;在寒冷地区施工时,则需要考虑混凝土的抗冻性。高性能混凝土的配合比设计是一个复杂而精细的过程,需要设计师综合考虑多方面的因素,以确保预制盾构管片的质量和使用寿命。

2.2 材料选择

在制造高性能混凝土时,材料的选择是至关重要的。每一个组成成分都对最终混凝土的性能产生直接影响。水泥作为混凝土的主要胶凝材料,其质量直接关系到混凝土的强度和耐久性。在选择水泥时,我们要重点考虑其强度等级。不同强度等级的水泥,其化学成分和矿物组成都会有所不同,这将影响混凝土的硬化速度和最终强度。同时,水泥的凝结时间也是一个重要的考虑因素。适宜的凝结时间可以确保混凝土在施工过程中保持良好的工作性,既不会过早硬化导致施工困难,也不会过晚硬化影响施工进度。此外,水泥的安定性也是不

容忽视的，它决定了水泥在硬化过程中是否会产生过大的体积变化，从而影响混凝土的结构稳定性。骨料在混凝土中占据了相当大的体积比例，因此骨料的选择也至关重要。良好的级配可以确保混凝土的密实性和工作性。级配不良的骨料会导致混凝土内部产生过多的空隙，从而降低其强度和耐久性。同时，骨料的含泥量和泥块含量也是需要严格控制的指标。过高的含泥量和泥块含量不仅会降低混凝土的强度，还可能影响其耐久性。为了提高混凝土的耐久性和工作性，我们通常会选择掺入一些矿物掺合料，如粉煤灰、矿渣粉等。这些矿物掺合料不仅可以改善混凝土的内部结构，提高其密实性和抗渗性，还可以减少水泥用量，降低成本。最后，高效减水剂是现代高性能混凝土中不可或缺的一部分。通过掺入适量的高效减水剂，我们可以显著降低混凝土的水灰比，提高其工作性和强度。高效减水剂能够打破水泥颗粒间的凝聚力，使混凝土更加流动，从而提高施工效率。同时，它还可以减少用水量，使混凝土更加密实，强度更高。材料选择是制造高性能混凝土的关键环节。只有选用优质的材料，并经过合理的配合比设计，才能制备出满足预制盾构管片要求的高性能混凝土。

2.3 生产工艺控制

预制盾构管片的生产工艺直接关系到高性能混凝土的质量和使用寿命。每一个生产环节都需要严格控制，以确保最终产品的质量。（1）搅拌过程是高性能混凝土生产中的首个关键环节。在搅拌时，必须确保所有原材料能够充分、均匀地混合。为了达到这一目的，搅拌机的选择和操作都至关重要。搅拌时间、搅拌速度以及投料顺序等都需要根据具体的混凝土配合比和原材料特性进行精确控制。如果搅拌不充分，可能会导致混凝土内部存在未混合均匀的区域，进而影响其整体性能。（2）浇筑过程中的流动性控制和振捣时间也是非常关键的。流动性过大会导致混凝土在浇筑过程中出现离析现象，即骨料和水泥浆分离，严重影响混凝土的均质性和强度。而振捣时间不足，则会使混凝土内部存在气孔和未振捣密实的区域；振捣时间过长，又可能导致混凝土出现泌水现象，即水分上浮，造成混凝土下部干硬、上部松软的问题。因此，振捣时间和振捣方式的选择都需要根据具体情况进行精确调整^[2]。（3）养护过程也是确保高性能混凝土质量的重要环节。在混凝土初凝后，必须为其提供适宜的温度和湿度条件，以确保混凝土能够正常硬化并达到预期强度。温度过低会导致混凝土硬化速度减慢，甚至产生冻害；温度过高则可能导致混凝土内部水分过快蒸发，产生裂缝。同样，湿度过低会使

混凝土表面开裂，湿度过高则可能导致混凝土长时间不干燥，影响施工进度。预制盾构管片的生产工艺对高性能混凝土的质量有着决定性的影响。从搅拌、浇筑到养护，每一个环节都需要精确控制，以确保最终产品的性能和质量。

3 质量控制与检测

3.1 原材料质量控制

在预制盾构管片的生产过程中，原材料的质量控制是至关重要的一环。这不仅仅关乎产品的最终质量，还直接影响到整个工程的安全性和耐久性。因此，对进厂的水泥、骨料、矿物掺合料等原材料进行严格的质量检验和控制显得尤为重要。对于水泥的质量控制，首先要确保其符合国家标准和设计要求。这包括对水泥的强度等级、凝结时间、安定性以及其他相关性能指标的全面检测。要求供应商提供完整的质量证明文件，并对每批水泥进行抽样检测，以确保其质量稳定可靠。骨料作为混凝土的主要组成部分，其质量控制同样不容忽视。应对骨料的粒度分布、含泥量、泥块含量以及有害物质含量进行严格检测。只有符合要求的骨料才能被接受，否则将坚决予以退货或要求供应商进行更换。矿物掺合料在提高混凝土性能方面发挥着重要作用，但其质量控制也同样重要。需要检查矿物掺合料的化学成分、细度、需水量比等关键指标，以确保其能够有效提升混凝土的工作性、强度和耐久性。除了对上述原材料进行严格的质量检验外，还要对原材料的存储和管理进行严密监控。所有原材料必须存放在干燥、通风的地方，避免受潮和污染^[3]。同时，定期对原材料进行复检，确保其在使用过程中始终保持优良的品质。对于不合格的原材料，坚决予以退货或降级使用。只有从源头上严格控制原材料的质量，才能生产出高品质的预制盾构管片，为地下工程的安全和稳定提供坚实保障。

3.2 过程质量控制

在预制盾构管片的制造流程中，过程质量控制是确保混凝土质量稳定、均一的关键环节。从混凝土的搅拌到最终的振捣，每一步操作都需要经过严格的监控与管理。搅拌过程中，要定期检查混凝土的坍落度，这是评估混凝土工作性的重要指标。适宜的坍落度能够确保混凝土在施工过程中易于流动、填充模具，并减少空洞和裂缝的产生。同时，还应关注混凝土的含气量。过高的含气量可能会导致混凝土强度降低，而过低则可能影响其抗冻性。因此，需要根据具体情况调整混凝土的搅拌时间和速度，以达到最佳的坍落度和含气量。当混凝土被运输到浇筑地点时，需要密切关注其均匀性和密实

性。浇筑前,模板和钢筋的清洁度、湿润度都会受到严格的检查,以确保混凝土能够与模板和钢筋紧密结合,形成坚固的结构。浇筑过程中,要采用机械或手工方式进行均匀布料,确保每一部分都得到充分的填充。振捣是混凝土浇筑后的一个重要步骤,它能够进一步提高混凝土的密实性,减少内部的气孔和缝隙。在振捣过程中,要选择合适的振捣器和振捣时间,以避免过振或欠振现象的发生。过振可能导致混凝土离析,而欠振则可能留下未振捣密实的区域。操作人员需要经过专业培训,能够准确判断振捣的时机和强度,确保每一步操作都精准到位。过程质量控制是预制盾构管片生产中的核心环节。我们通过对每一个施工步骤的精细管理,确保混凝土的质量达到设计要求,为地下工程的安全和稳定提供坚实的物质基础。

3.3 成品检测与评估

预制盾构管片作为地下工程的关键构件,其质量的优劣直接关系到整个工程的安全性和使用寿命。因此,对预制盾构管片进行严格的成品检测与评估工作至关重要。首先,要对管片的尺寸精度进行详细的检查。这包括管片的长度、宽度、厚度等关键尺寸,确保其符合设计要求。任何超出公差范围的管片都将被视为不合格产品,并及时进行处理。除了尺寸精度,外观质量也是我们关注的重点。需要对管片的表面进行仔细的检查,观察是否存在裂缝、气泡、麻面等缺陷。这些缺陷不仅影响管片的美观性,还可能对其结构性能产生不良影响。

在强度和耐久性方面,应进行一系列严格的测试和评估。通过压力试验机对管片进行抗压强度测试,确保其承载能力达到设计要求。同时,要进行耐久性试验,包括抗渗性、抗冻性等方面的测试,以评估管片在不同环境条件下的使用寿命。为了更全面地了解管片的内部质量情况,可以采用先进的无损检测技术进行检测。超声波检测可以准确地发现管片内部的缺陷,如空洞、裂

缝等,而回弹仪检测则可以用来评估管片的表面硬度,从而间接反映其强度水平^[4]。对预制盾构管片的成品检测与评估工作是全面而严谨的。从尺寸精度到外观质量,从强度到耐久性,每一个环节都经过了严格的测试和评估。通过采用先进的无损检测技术,我们能够更准确地了解管片的内部质量情况,确保其质量符合设计要求和使用寿命标准。这些措施共同构成了我们质量控制的坚实防线,为地下工程的安全和稳定提供了有力保障。

结语

本文通过对预制盾构管片中高性能混凝土的研究与应用进行深入探讨,揭示了高性能混凝土在耐久性、工作性和高强度等方面的显著优势以及其在预制盾构管片制造中的重要作用。通过合理的配合比设计、优质的材料选择和严格的生产工艺控制以及质量控制与检测手段的应用,可以生产出具有高耐久性、良好工作性和高强度的预制盾构管片,从而提高盾构隧道的安全性和使用寿命。展望未来,随着科技的不断进步和新材料、新工艺的不断涌现以及环保要求的日益提高,高性能混凝土在预制盾构管片领域的应用将迎来更广阔的发展空间。未来可以进一步研究新型掺合料和添加剂对高性能混凝土性能的影响机制以及绿色环保型高性能混凝土的制备技术等方面的内容,为推动预制盾构管片行业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]宋泽霞.预制盾构管片高性能混凝土的应用研究[J].工程建设与设计,2023(1):207-209.
- [2]马慧.高性能混凝土在地铁隧道管片预制中的应用研究[J].城镇建设,2023(21):133-135.
- [3]喻品荣.高性能地铁混凝土管片的配合比设计及性能研究[J].混凝土与水泥制品,2019,(1):32-35.
- [4]姜栋玉.大直径混凝土管片气泡的防治研究[J].山混凝土与水泥制品,2020,(3):32-34.