

隧道施工监控量测及无损检测技术

靳陆东 王震

内蒙古自治区交通运输科学发展研究院 内蒙古 呼和浩特 100050

摘要：随着隧道工程的不断增多，隧道施工监控量测与无损检测技术越来越受到关注。本文旨在探讨隧道施工监控量测技术和无损检测技术的应用原理，方法，并结合实际案例分析其效果及限制，最后提出结论与建议。

关键词：隧道施工；监控量测；无损检测；技术应用

隧道工程是交通基础设施的重要组成部分，其施工质量直接关系到人民生命财产安全和国家的经济发展。然而，隧道施工过程中面临着诸多挑战，如地质条件复杂、施工难度大等。因此，隧道施工监控量测与无损检测技术的应用显得尤为重要。

1 隧道施工监控量测技术

隧道施工监控量测技术是指在隧道施工过程中，通过一系列的量测手段对隧道围岩、支护结构以及施工环境等进行实时监测，以确保施工的安全、质量和进度。该技术的应用具有重要的意义。首先，隧道施工监控量测技术能够实时监测隧道的变形、应力、地下水等关键参数，从而及时发现和处理施工中可能出现的问题，有效预防隧道施工中的安全事故。其次，该技术能够为施工方提供准确的数据支持，指导隧道的施工和设计，优化施工方案，从而提高施工效率和质量。此外，隧道施工监控量测技术还具有研究价值，通过对监测数据的分析和处理，可以深入研究隧道的变形机理、围岩稳定性等科学问题，为隧道工程的设计和施工提供理论支撑和实践经验。在实际应用中，隧道施工监控量测技术需要综合考虑多种因素，如地质条件、隧道类型、施工方法等，选择合适的监测手段和仪器，制定合理的监测方案。同时，还需要加强技术人员的培训和管理，确保监测数据的准确性和可靠性。隧道施工监控量测技术是隧道工程中的重要环节，能够提高隧道施工的安全性和质量，具有重要的现实意义和研究价值。未来随着科技的不断进步和应用需求的增加，该技术将会得到更广泛的应用和发展^[1]。其主要应用原理包括以下几点：

1.1 变形监测

变形监测是隧道施工监控量测技术中的关键部分。通过实时、高精度的监测，我们可以追踪隧道衬砌、围岩等的形变情况，进而评估隧道的结构稳定性和安全性。在实际操作中，我们采用了多种先行的监测设备和技术，如激光扫描仪、全站仪等，这些设备可以持

续、自动地捕捉细微的形变，确保数据的实时性和准确性。同时，数据分析也是变形监测的重要环节，我们会运用专业的软件对数据进行处理和分析，及时预警可能的安全隐患。变形监测不仅能实时反映隧道的施工状态，更能为施工方提供有力的数据支撑，指导后续的施工决策。因此，我们始终强调变形监测的重要性，并不断提升其技术水平和应用效果，以确保隧道施工的安全、高效进行。

1.2 应力监测

应力监测作为隧道施工监控量测技术的核心环节，具有不可忽视的重要性。在隧道施工过程中，衬砌和围岩的应力状态是评估隧道结构安全性的关键因素。通过应力监测，我们能够实时掌握隧道结构的应力分布和变化情况，有效预防因应力集中或重新分布引起的结构破坏，从而保障施工的安全进行。为实现准确、高效的应力监测，我们采用了最先进的传感器技术和数据分析方法。传感器能够高精度地捕捉应力的细微变化，而数据分析则能够深入挖掘监测数据背后的信息，为施工方提供科学的决策依据。为确保应力监测数据的准确性和可靠性，我们不仅选用了高质量的监测设备，还加强了设备的定期标定与维护。同时，我们还注重技术人员的培训和管理，确保监测工作的专业性和规范性。应力监测在隧道施工监控量测技术中发挥着举足轻重的作用。我们将继续加大研发投入，不断完善应力监测技术，为隧道施工的安全、高效施工提供更加可靠的技术保障。

1.3 地下水监测

地下水是隧道施工中的一大隐患，因此，地下水监测显得尤为重要。通过精确的设备和技术手段，我们实时关注隧道及周边水位、水流的变化，及时预防和处埋因水患引发的施工风险。这不仅保障了施工人员的安全，也确保了工程的顺利进行。现代化的地下水监测系统还能自动分析数据，提供预警，大大增强了隧道施工的安全性和效率。同时，凭借这些宝贵数据，我们还能

更科学地设计排水和防水措施,提高隧道的使用寿命^[2]。简而言之,地下水监测是隧道施工中不可或缺的一环,我们将持续提升其监测效果,为隧道的安全施工提供坚实的技术支撑。随着科技的不断进步,我们期待地下水监测技术更加智能、精准,为隧道施工提供更坚实的保障,确保每一项工程都能安全、高质量地完成。

2 无损检测技术

无损检测技术是一种高效、准确的检测手段,被广泛应用于各种工程领域,其中包括隧道工程。该技术主要通过运用电磁波、声波、热学等原理,对隧道结构进行全面、非破坏性的检测,以发现其内部缺陷、损伤及隐患。在实际应用中,无损检测技术表现出了诸多优点。首先,该技术能够在不损害被检测对象的前提下进行检测,避免了传统检测方法可能带来的二次损伤。其次,无损检测技术具有高效性,可以快速、准确地检测出隧道结构的问题,从而提高施工效率。再者,该技术还可以提供全面的检测数据,为隧道的安全评估和维护提供有力的支持。在具体实施中,无损检测技术需要依靠专业的技术人员和先进的检测设备来完成。技术人员需要具备丰富的专业知识和实践经验,以确保检测的准确性和可靠性。同时,检测设备也需要不断更新和升级,以适应不同隧道结构和检测需求的变化。总之,无损检测技术在隧道工程中的应用具有重要意义。该技术不仅能够提高隧道的安全性和使用寿命,还能够为隧道的设计、施工和维护提供有力的技术支持。因此,我们应该进一步加强对无损检测技术的研究和应用,推动其在隧道工程中的更广泛应用和发展。其主要方法包括以下几点:

2.1 超声波检测

超声波检测是无损检测技术中的重要手段,其原理主要利用高频超声波在被检测物体中的传播和反射特性。在隧道施工中,超声波检测能够深入混凝土或其他材料中,探测其内部的缺陷、裂纹和不均匀性。当超声波遇到材料内部的不连续处,如空洞、裂纹等,其传播路径会发生改变,产生反射或散射。通过分析这些反射或散射的波形,我们可以推断出材料内部的结构状态。超声波检测在隧道施工中的作用显著。首先,它可以提前发现隧道衬砌或围岩的内部缺陷,预防潜在的安全风险。其次,通过定期检测,可以对隧道的健康状况进行持续监测,确保其在使用中的稳定性。此外,该技术还可以为隧道维修和加固提供科学依据,延长其使用寿命。超声波检测凭借其高效、准确的特性,在隧道施工中发挥着不可或缺的作用,为保障隧道的安全和稳定作

出了重要贡献。

2.2 雷达检测

雷达检测作为一种高效的无损检测技术,被广泛应用于隧道施工中。其工作原理主要是利用电磁波在被检测物体中的传播和反射特性。在隧道检测中,雷达发射的电磁波能够穿透混凝土或其他材料,并在遇到不同介质或结构时发生反射。通过分析反射回来的电磁波信号,我们可以推断出隧道衬砌或围岩的厚度、内部缺陷以及结构状态。雷达检测在隧道施工中具有显著作用。首先,该技术可以非破坏性地检测隧道的内部情况,及时发现可能存在的安全隐患。其次,雷达检测能够提供高分辨率的检测数据,为隧道的安全评估和维护提供有力支持。此外,该技术还具有操作简便、效率高等优点,能够大大提高隧道检测的效率和准确性。雷达检测技术在隧道施工中的应用具有重要意义。通过该技术,我们可以全面了解隧道的内部状况,为隧道的安全施工和运营提供可靠保障,同时也推动了隧道工程的技术进步与发展。

2.3 红外热像检测

红外热像检测是一种先进的无损检测技术,广泛应用于隧道施工中。该技术利用红外热像仪捕捉物体表面发出的红外辐射,并将其转化为热图像。在隧道施工中,红外热像检测能够检测隧道衬砌、围岩等结构的热分布情况,从而判断其内部是否存在缺陷或损伤。当结构内部存在缺陷时,其热传导性会发生变化,导致表面温度分布不均,这种异常情况可以通过红外热像检测准确捕捉^[3]。红外热像检测在隧道施工中的作用突出。首先,它可以及时发现隧道结构的内部问题,预防潜在的安全风险。其次,该技术可以为施工方提供直观的热图像数据,帮助他们全面了解隧道的状况,做出科学决策。此外,红外热像检测还具有非接触、快速和高分辨率的特点,使得检测过程更加便捷高效。红外热像检测技术在隧道施工中的应用具有重要意义,为隧道的安全施工和运营提供了有力保障。

3 隧道施工监控量测与无损检测技术应用效果及限制分析

3.1 应用效果

隧道施工中,监控量测与无损检测技术的应用已经取得了令人瞩目的效果。这些先进技术为工程施工提供了强有力的支持,确保了施工的安全性和高质量。监控量测技术能够实时监测隧道的变形、应力等关键参数,有效预防可能的安全风险。通过精确的数据分析,施工方可以及时调整施工方案,避免出现潜在的安全隐患,

从而保障施工人员的生命财产安全。而无损检测技术则以其非破坏性的特点,在隧道施工中发挥着不可替代的作用。例如,超声波检测可以探测混凝土内部的缺陷和裂纹;雷达检测可以评估衬砌和围岩的厚度和结构状态;红外热像检测则能够发现隧道结构的热异常,进而判断其健康状况。这些技术的应用为施工方提供了丰富的信息,帮助他们全面了解隧道的内部状况,确保工程的质量和稳定性。综合应用监控量测与无损检测技术,隧道施工得以更加科学、高效地进行。不仅提高了工程的安全性,降低了事故发生的概率,还大大提升了施工效率和质量。然而,不可否认的是,这些技术的应用也存在一定的限制。首先,复杂的地质条件和结构特性可能会对数据的准确性产生影响。其次,部分高端设备的使用和维护成本较高,限制了在一些项目中的广泛应用。此外,对操作人员的专业技能要求较高,需要经过严格的培训和实践。因此,隧道施工方在选择和应用监控量测与无损检测技术时,需要综合考虑工程实际情况、经济条件和其他相关因素,确保技术的合理、有效应用。同时,持续加强技术研发和人员培训,提升应用效果,将是隧道施工领域的重要发展方向。

3.2 应用限制

隧道施工监控量测与无损检测技术的应用,尽管在提升工程安全性和质量方面取得了显著效果,但在实际应用中也面临着一些限制。首先,技术应用的准确性受地质条件和结构特性的影响。在复杂的地质环境中,如高地应力、软弱围岩等条件下,监控量测数据的准确性可能受到影响,而无损检测技术在某些特定材料或结构中的应用也可能受限。其次,经济成本是限制这些技术广泛应用的重要因素之一。隧道施工监控量测与无损检测所需的高端设备购置、运营和维护成本较高,对于一些经济条件有限的工程项目而言,可能难以承受。此外,技术应用的可行性也受到操作人员技能和经验的影响。这些技术需要由经过专业培训和实践的操作人员来

执行,以确保数据的准确性和可靠性。然而,目前具备相关技能和经验的操作人员数量有限,这也限制了技术在广泛应用上的发展。同时,对于监控量测与无损检测技术的法规和标准方面的不完善也是应用限制之一。在一些地区或行业,相关的法规和标准体系尚未健全,可能缺乏统一的技术要求和操作规程,导致技术应用的规范性和可信度受到影响^[4]。因此,为了克服这些限制,应进一步加强技术研发与创新,提高监控量测与无损检测技术的适应性和准确性。同时,加大经济支持力度,降低设备成本,推动技术的广泛应用。此外,加强操作人员培训和技能提升,建立完善的技术应用标准和法规体系,也是重要的措施之一。这将有助于隧道施工监控量测与无损检测技术在应用中取得更好的效果。

结语

隧道施工监控量测与无损检测技术在隧道工程中具有重要的应用价值,能够为隧道施工提供及时有效的信息,确保隧道的稳定性和安全性。然而,这些技术的应用受多种因素影响,存在一定的局限性。为提高隧道施工监控量测与无损检测技术的应用效果,应进一步加强技术研发和设备更新换代以提高监测数据和检测结果的准确性和可靠性降低技术应用成本推动其在更多项目中的应用。同时应建立完善的技术应用标准和规范加强技术培训和人才培养提高技术应用水平。

参考文献

- [1]刘华,李松.高速公路隧道施工监控量测技术应用研究[J].运输经理世界,2023(12):117-119.
- [2]刘一飞.高速公路超特长隧道施工过程监测监控要点研究[J].运输经理世界,2022(33):74-76.
- [3]赵文强.高速公路隧道工程质量检测中的地质雷达技术[J].四川建材,2023,49(07):10-11+14.
- [4]易荣.高速公路隧道施工技术及管理要点分析[J].运输经理世界,2023(08):87-89.