

水利工程设计的软土地基处理技术

王海涛

国能青海黄河玛尔挡水电开发有限公司 青海 果洛藏族 814000

摘要：水利工程是关系到国计民生的重大工程，其安全性和稳定性是工程设计的核心要求。在水利工程设计中，软土地基是一种普遍存在的地质条件。软土地基具有含水量高、压缩性大、强度和稳定性差等特点，容易产生不均匀沉降、滑坡和破坏等问题，对水利工程的安全性和稳定性造成严重影响。因此，如何采取有效的软土地基处理技术，提高地基的强度和稳定性，成为水利工程设计中不可或缺的一环。

关键词：水利工程设计；软土地基；处理技术

引言

软土地基处理是水利工程设计中非常重要的环节，直接关系到工程的安全性和稳定性。本文介绍了多种软土地基处理技术，包括灰混土处理、砂石桩处理、预压工艺等，以及它们在水利工程中的应用和效果。在选择和处理软土地基时，需要考虑多种因素和注意事项，以确保地基改良的效果和质量。希望本文的介绍和探讨能够对相关工程提供有益的参考和借鉴。

1 水利工程设计软土地基的概述

软土地基是一种在水利工程设计中常见的地质条件，它由淤泥、淤泥质土、粉土、砂土等软土组成，具有含水量高、压缩性大、承载能力低和沉降不均等特点。在水利工程设计中，软土地基的处理是关键。设计人员需要根据工程实际情况，结合地质勘察资料，选择合适的处理方法。常用的处理方法包括排水固结法、置换法、桩基法等。排水固结法通过在软土地基中设置排水通道，将地基中的水分排出，从而增加地基的承载能力；置换法将软土地基中的软土挖出，然后填入强度较高的材料，如砂石、碎石等，以提高地基的承载能力；桩基法在软土地基中打入桩基，将建筑物的重量传递到桩基上，从而减少软土地基的承载压力^[1]。在处理软土地基时，需要注意以下几点：首先，要充分了解软土地基的土质特性和工程要求，选择合适的处理方法；其次，要注意施工过程中的质量控制和检测，确保处理效果符合设计要求；最后，在施工过程中要遵循相关规范和标准，确保施工安全和环境保护。

2 水利工程设计软土地基处理技术的现状

2.1 软土地基的稳定性

软土地基的稳定性是一个复杂的问题，涉及到多个因素，包括土的强度、渗透性、压缩性、地下水位等。首先，土的强度是影响软土地基稳定性的一个重要因素。一

般来说，土的强度是由其内部颗粒之间的摩擦力和凝聚力决定的。然而，在软土地基中，这些摩擦力和凝聚力往往较弱，导致其强度较低。此外，软土地基中的水分也会影响其强度，因为水分可以降低土颗粒之间的摩擦力和凝聚力。其次，渗透性也是影响软土地基稳定性的一个重要因素。渗透性是指水在土中的渗透能力。由于软土地基中的水分含量较高，其渗透性往往较差，这会导致水分在土中积累，进一步降低土的强度。压缩性是另一个影响软土地基稳定性的因素。软土地基中的水分含量较高，当水分被排出时，土的体积会发生变化，这种变化称为压缩。压缩会导致地基下沉，进一步影响地基的稳定性。最后，地下水位也是影响软土地基稳定性的一个重要因素。地下水位的变化会导致地基中的水分含量发生变化，从而影响地基的强度和稳定性。

2.2 软土地基的沉降不均

软土地基的沉降不均是一个常见的工程问题。（1）土层不均。软土地基中往往存在不同厚度的土层，各土层的工程性质和压缩性可能存在较大差异。在荷载作用下，各土层的沉降量会不一致，导致地基的沉降不均。（2）地下水位变化。地下水位的变化会对软土地基的沉降产生影响。当地下水位上升时，地基中的水分会增加，导致地基的沉降量增大；反之，当地下水位下降时，地基中的水分会减少，导致地基的沉降量减小。这种水位变化引起的沉降不均可能导致地基的变形和破坏。（3）相邻建筑物影响。在相邻建筑物之间，由于地基沉降量的差异，可能导致建筑物之间的相对位移。这种相对位移可能会导致建筑物的损坏或影响建筑物的正常使用。（4）荷载分布不均。在建筑物荷载作用下，地基中的应力分布可能不均匀。这种应力分布不均可能导致地基的沉降不均，特别是在一些大型建筑物或高层建筑物的底部，这种沉降不均可能更加明显^[2]。

2.3 软土地基的处理方法选择

软土地基的处理方法选择是一个关键的工程决策，其选择需要考虑多种因素。首先，对软土地基的性质有深入的理解是选择合适处理方法的关键。软土地基通常具有低强度、高压缩性和低渗透性等特点，因此需要针对这些特点选择合适的处理方法。例如，对于强度较低的软土地基，可以采用加固、排水固结等技术提高其强度；对于压缩性较高的软土地基，需要采用有效的排水措施来减少土中的水分，以降低其压缩性。其次，需要考虑建筑物的类型和规模。不同类型和规模的建筑物对地基的要求和处理方法的选择有很大的影响。例如，对于高层建筑或大型公共设施等建筑物，需要采用更稳定的地基处理方法，如桩基、地下连续墙等；对于轻型建筑或低层建筑等建筑物，可以采用相对简单的基础处理方法，如换填、堆载预压等。此外，施工条件和环境也是选择处理方法的重要因素。例如，施工场地的大小、施工设备的可用性、施工周期的限制等都会影响处理方法的选择。同时，环境因素如气候条件、地下水情况等也会对处理方法的选择产生影响。

3 水利工程设计软土地基的处理技术与方法

3.1 旋喷施工技术

旋喷施工技术是一种常用的软土地基处理方法，其基本原理是利用高压喷射技术将水泥浆或水泥砂浆注入软土地基中，通过与土体的搅拌和混合，形成一种新型的、强度较高的复合地基。旋喷施工技术的优点在于能够有效地提高地基的承载能力，减少沉降量，并且施工工艺简单、快捷。在水利工程中，旋喷施工技术被广泛应用于软土地基的处理，特别是对于一些淤泥质土、砂质土等软土地基的处理效果更佳。旋喷施工技术的关键在于喷射注浆的过程。在喷射注浆时，需要将水泥浆或水泥砂浆通过高压喷射设备注入地基中，同时利用旋转钻机进行旋转和提升，使得水泥浆或水泥砂浆能够与土体充分混合和搅拌。在喷射过程中，需要根据工程实际情况调整喷射压力、旋转速度、提升速度等参数，以保证喷射效果和质量。在旋喷施工完成后，需要进行质量检测 and 验收。一般采用静载试验、钻芯取样、开挖检验等方法进行检测和验收。如果检测结果符合设计要求，则可以认为旋喷施工完成质量良好；如果检测结果不符合设计要求，则需要采取补救措施进行处理^[3]。总之，旋喷施工技术是一种有效的软土地基处理方法，能够提高地基的承载能力，减少沉降量，并且具有施工工艺简单、快捷等优点。在水利工程中，可以根据实际情况选择适合的旋喷技术进行地基处理。

3.2 地基改良技术

地基改良是指通过采用一定的技术手段对软土地基进行处理，以增加其承载力和稳定性，提高工程的安全性和稳定性。在水利工程中，软土地基的处理是一项非常重要的工作，因为软土地基的强度和稳定性不足，容易产生沉降和侧向位移等问题，影响工程的安全性和稳定性。因此，地基改良技术是水利工程中必不可少的环节。常见的地基改良技术包括灰混土处理、砂石桩处理、预压工艺等。灰混土处理是一种将水泥和土混合在一起的处理方法，能够增加土的强度和承载能力。砂石桩处理是一种利用砂石材料形成桩基的处理方法，能够提高地基的承载能力和稳定性。预压工艺是一种通过施加一定压力来增加地基密实度的处理方法，能够提高地基的抗沉降性和抗侧向位移性能。在进行地基改良时，需要根据工程实际情况选择适合的处理方法。需要考虑地基的土质、含水量、地质条件等因素，同时还需要考虑工程的规模和要求。例如，对于一些淤泥质土、粉质土等软土地基，可以采用灰混土处理方法进行加固处理；对于一些砂质土、砾石土等软土地基，可以采用砂石桩处理方法进行加固处理；对于一些需要提高抗沉降性和抗侧向位移性能的地基，可以采用预压工艺进行处理。在施工过程中，需要进行严格的质量控制，确保地基改良的效果和质量。例如，对于灰混土处理方法，需要控制水泥和土的比例、混合均匀度、压实度等参数；对于砂石桩处理方法，需要控制桩基的深度、直径、排列方式等参数；对于预压工艺，需要控制压力的大小、持续时间等参数。

3.3 排水固结法

排水固结法是一种常用的软土地基处理方法，其基本原理是在软土地基中设置排水通道，利用地心引力作用和大气压力差，使土层中的水分快速排出，达到加固地基的目的。在排水固结法中，首先需要在软土地基中设置排水通道，一般由水平排水垫层和竖向排水体组成。水平排水垫层一般采用砂垫层或碎石垫层，能够将土层中的水分迅速排出，而竖向排水体则采用塑料排水板或袋装砂井，能够将土层中的水分引导至水平排水垫层中。在设置好排水通道后，需要对地基进行预压处理。预压是一种常用的加固方法，能够使地基在承受设计荷载之前预先受到一定的压力，提高地基的承载能力。在排水固结法中，预压是通过在地面上铺设一层砂垫层或碎石垫层，利用大气压力和地心引力作用，使土层中的水分迅速排出，加快土体的固结。在预压过程中，为了防止土层中的水分再次渗透回地基中，需要采

取一定的密封措施。一般采用薄膜密封技术，将地基表面覆盖一层塑料薄膜或油毡纸，然后利用真空装置进行抽气，形成一种气压差，使地基能够进行排水固结^[4]。通过排水固结法的处理，能够显著提高软土地基的承载能力，减少沉降量，并且施工工艺简单，不需要较长的预压期。但是需要注意的是，排水固结法适用于渗透性较好的软土地基，对于渗透性较差的软土地基则需要采取其他方法进行处理。

3.4 灌注混凝土法

灌注混凝土法在水利工程中是一种常用的软土地基处理技术，它的主要优势在于能够形成大直径的混凝土桩基，进而显著提高地基的承载能力和稳定性。这种处理方法具有施工工艺简单、质量可靠、加固效果显著等特点，适用于大型水利工程的地基处理。在灌注混凝土法的具体实施过程中，首先利用振动沉模技术将模板下沉到软土地基中。这个模板是预先设计好的，可以根据地基的具体情况进行调整。下沉模板后，便可以在现场进行混凝土的浇筑。在这个过程中，需要确保混凝土在各个槽孔内充分充盈，并使用振捣棒进行充分振捣，以确保混凝土的密实度，进而保证地基的稳定性。这种一次性形成大直径混凝土桩基的方法，能够快速加固软土地基，提高其承载能力。然而，灌注混凝土法也存在一定的不足。主要的问题是投资较大，需要大量的资金投入^[4]。在水利工程中，地基处理的费用往往占整个工程费用的很大一部分，因此需要进行详细的经济性分析和评估。此外，对于一些特殊的地质条件，如地基土质不均匀、含水量高等，灌注混凝土法的效果可能会受到影响。总的来说，灌注混凝土法是一种有效的软土地基处理方法，适用于大型水利工程中的大直径混凝土桩基处理。

3.5 复合地基法

复合地基法是一种广泛应用于软土地基处理的方法，能够有效地减少总沉降量，提高地基的承载能力。该方法通常对天然地基的部分土体进行加固处理，例如采用水泥土搅拌桩、CFG桩等桩基处理技术，将桩基与天然地基形成一种复合地基，从而改善软土地基的力学

性能。复合地基法的主要优点是可以有效提高地基的承载能力，减少总沉降量，并且不需要较长的预压期。在水利工程中，复合地基法能够适应各种类型的软土地基，例如淤泥质土、粉质土、砂质土等。通过采用不同的桩基处理技术，可以针对不同类型和性质的地基进行有效的处理。在复合地基法的施工过程中，需要注意以下几点：首先，要针对不同的地基类型和性质进行桩基的选择和处理，确保桩基与天然地基的匹配性；其次，在施工过程中要进行严格的质量控制，保证桩基的施工质量和处理效果；最后，在处理后的地基上要进行必要的检测和监测，确保处理后的地基能够满足工程要求^[5]。总之，复合地基法是一种有效的软土地基处理方法，能够提高地基的承载能力，减少总沉降量，并且具有施工周期短、处理效果显著等优点。

结语

综上所述，随着中国社会经济的迅速发展，水利工程修建的数量也将持续增加。软土地基处理技术作为水利工程修建工作中的核心环节，对水利工程建设整体质量产生重要的影响。本文主要介绍了水利工程设计中软土地基处理的重要性和现状，以及常用的技术和方法。在实际工作中，应注意处理好整体的施工技术，并对各个施工环节进行严格的技术把关。同时，也希望广大水利工程师在实践中不断探索、创新，为水利事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]刘敏.水利工程施工中软土地基处理方法[J].河南水利与南水北调,2020,5(05):412-413.
- [2]李万里.水利工程施工中软土地基的处理方法探讨[J].工程技术研究,2019,4(15):71-72+84.
- [3]王帅.水利工程施工中软土地基处理技术[J].科技创新,2019(14):115-116.
- [4]卜祥新.水利工程施工的软土地基处理技术[J].珠江水运,2019(03):20-21.
- [5]李薇.水利工程施工中软土地基处理技术研究[J],建材与装饰,2019(16):293-294.