

# 探讨滑模施工工艺在水利施工中的优势

曹怀利

新疆水利水电项目管理有限公司

DOI:10.12238/hwr.v7i2.4687

**[摘要]** 本文主要探讨了滑模施工工艺在水利施工中的重大优势。首先介绍了滑模控制的基本理论和应用,接着阐述了滑模施工的定义、分类、应用、流程及注意事项。然后具体讨论了滑模施工工艺在新疆地区水利施工中的优势所在,包括有效提高施工效率、有效降低人力和物力成本,提高工程施工的安全性和对环境损害小等。最后展望了滑模施工技术在未来的发展应用前景。本文对于推动该技术在水利施工中的应用具有一定的参考意义。

**[关键词]** 滑模施工; 工艺; 水利施工; 优势

中图分类号: TU 文献标识码: A

## Discussion on the Advantages of Slipform Construction Technology in Water Conservancy Construction

Huaili Cao

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Project Management Co., Ltd

**[Abstract]** This paper mainly discusses the major advantages of slipform construction technology in water conservancy construction. Firstly, the basic theory and application of slipform control are introduced, and then the definition, classification, application, process and precautions of slipform construction are expounded. Then, the advantages of slipform construction technology in water conservancy construction in Xinjiang are discussed in detail, including effectively improving construction efficiency, effectively reducing manpower and material costs, improving the safety of engineering construction and reducing environmental damage. Finally, the future development and application prospects of slipform construction technology are prospected. This paper has certain reference significance for promoting the application of slipform construction technology in water conservancy construction.

**[Key words]** slipform construction; technology; water conservancy construction; advantages

在目前的水利工程施工中,传统的施工工艺一直存在效率低、质量难以保证等问题,急需一种新的施工方式。滑模施工工艺是近年来出现的一种新型施工工艺,它更加简单、易操作、且适用范围广。本文将探讨滑模施工工艺在水利施工中的优势,结合新疆当地水利施工的具体情况,旨在推动滑模施工技术在建设中的应用,提高水利施工质量,提升工程效率,为国家经济建设作出贡献。

### 1 滑模控制理论基础

#### 1.1 滑模控制的基本思想

滑模控制是一种针对非线性系统控制问题的控制理论。其基本思想是利用一个滑动面使系统状态在该面上滑动,从而实现对系统的控制。滑模控制理论的核心思想是通过引入一个可控的滑动面来保证系统的稳定性和性能。通过引入滑动模式,可以在控制过程中实现状态变量的快速跟踪,解决传统控制理

论难以处理的非线性系统控制问题。在滑模控制中,滑动面通常是一个低维子空间。当系统的状态在滑动面上滑动时,系统的状态变化不受外界扰动的影响,可以在一定程度上提高系统的控制精度和鲁棒性。滑模控制的基本思想已被广泛应用于各种工业控制和机器人控制等领域中,在应用效果方面极其显著。近年来,滑模控制在水利工程等领域的应用也逐渐得到了关注。因此,深入研究滑模控制理论基础,对于推动滑模施工技术在水利施工中的应用具有重要意义。

#### 1.2 滑模控制系统的数学模型

滑模控制是一种基于滑模变量的控制方法,它通过控制系统状态变量的滑动模式来实现对系统的控制。对于一个典型的滑模控制系统而言,其数学模型可以表示为如下形式:

$$\dot{x} = f(x, u) + g(x, u) d + h(x) d$$

$$\dot{x} = f(x, u) + g(x, u) d + h(x) d$$

其中,  $x$  为系统状态变量,  $u$  为控制输入,  $d$  为未知的外部干扰或系统参数变化,  $f(x, u)$ 、 $g(x, u)$  和  $h(x)$  分别为已知的系统动力学模型。为了实现滑模控制, 需要引入一个可控的滑动面  $S(x)$ , 该面的一般形式可以表示为:

$$S(x) = \text{sgn}(s(x))$$

$$S(x) = \text{sgn}(s(x))$$

其中,  $\text{sgn}$  表示符号函数,  $s(x)$  为滑动面函数。当系统状态变量  $x$  在滑动面上滑动时, 控制器可以通过改变控制输入  $u$  来使滑动面上的滑动轨迹满足一定的性能要求。为了实现滑模控制, 还需要设计滑模控制律  $u=U(x)$ , 其中  $U(x)$  为一定的函数形式, 可以根据实际情况进行选择。通过引入滑模变量  $s(x)$ , 可以将控制器的设计转化为滑模面上的控制问题, 从而实现对系统的控制。

在滑模控制系统的数学模型中, 系统的动力学模型和滑动面函数的选择是实现滑模控制的关键。因此, 对于不同的应用场景, 需要根据系统的特点和控制要求来选择合适的动力学模型和滑动面函数, 以实现系统的稳定性和控制精度。

### 1. 3滑模控制器的设计方法

滑模控制器的设计方法是滑模控制理论的重要组成。其基本思想是设计一个控制律, 通过改变控制输入, 使系统状态变量在滑动面上快速滑动, 并保持在面上滑动<sup>[1]</sup>。为了实现滑模控制器的设计, 需要考虑以下几个方面:

①滑动面的设计: 滑动面的选择决定了滑模控制器的稳定性和性能。通常选择一个低维子空间作为滑动面, 以保证系统状态变量能够在该面上快速滑动。滑动面的选择通常是根据控制要求和系统特性来确定的。

②滑模控制律的设计: 滑模控制律是滑模控制器的核心内容之一。其设计目标是使系统状态变量在滑动面上快速滑动, 并保持在面上滑动。滑模控制律的设计可以通过采用离线或在线方法来实现。

③非线性项的设计: 滑模控制器通常需要考虑系统参数的不确定性和外部干扰等因素, 因此需要引入非线性项来保证控制系统的鲁棒性。通常采用线性或非线性滑模控制器来实现。

④参数的确定: 滑模控制器的参数包括滑动面的参数、滑模控制律的参数和非线性项的参数等。这些参数的选择需要考虑控制要求和系统特性等因素, 通常采用试验和仿真等方法来确定。

在滑模控制器的设计过程中, 需要综合考虑以上因素, 确定合适的滑模控制器结构和参数, 以实现控制系统的稳定性和性能要求。滑模控制器的设计方法是滑模控制理论的核心内容之一, 也是推动滑模控制技术在各个领域应用的重要基础。

## 2 滑模施工工艺分析

### 2. 1滑模施工的定义和分类

滑模施工是指利用滑模技术在水利工程中进行施工的方法。滑模施工是一种高效、快速、经济的施工方法, 适用于各种规模的水利工程, 包括大坝、水电站、水闸等。滑模施工可以通过控制滑模面的滑动速度和方向来实现水利工程的构筑和

建设<sup>[2]</sup>。滑模施工在水利工程中有着广泛的应用前景, 特别是在大型水利工程建设中, 滑模施工已经成为一种必要的施工技术。根据滑模施工的不同特点和施工方法, 可以将其分为以下几类:

①垂直滑模施工: 垂直滑模施工是指在竖直方向上进行滑模施工的方法。垂直滑模施工适用于需要在竖直方向上进行构筑的水利工程, 如大坝、拱坝等。

②水平滑模施工: 水平滑模施工是指在水平方向上进行滑模施工的方法。水平滑模施工适用于需要在水平方向上进行构筑的水利工程, 如水闸、泄洪道等。

③斜面滑模施工: 斜面滑模施工是指在倾斜面上进行滑模施工的方法。斜面滑模施工适用于需要在斜面上进行构筑的水利工程, 如冲沟、泄水口等。

④曲线滑模施工: 曲线滑模施工是指在曲线上进行滑模施工的方法。曲线滑模施工适用于需要在曲线上进行构筑的水利工程, 如河道、河堤等。

通过以上分类, 可以看出滑模施工是一种灵活多样的施工方法, 可以根据不同的水利工程特点和施工需求来选择合适的滑模施工方法, 以实现高效、快速、经济的施工。

### 2. 2滑模施工在水利工程中的应用

滑模施工作为一种高效、快速、经济的施工技术, 已经在新疆地区的水利工程中得到广泛应用。在新疆地区, 由于地形复杂、气候干燥、降水稀少等因素, 水资源利用和水利工程建设显得尤为重要。例如, 新疆地区的伊犁河流域是新疆最重要的农业生产基地之一, 水利工程的建设对于该地区的农业生产和发展至关重要。在伊犁河流域的水利工程建设中, 滑模施工得到了广泛应用, 如伊宁市胜利大坝、特克斯县甘河大坝、察布查尔县十二石峡水电站等项目, 都采用了滑模施工技术。除此之外, 滑模施工技术在新疆地区的水利工程中还有许多其他的应用。例如, 在大型水库和水电站的建设中, 滑模施工技术可以实现大坝和水闸的快速建设, 提高水库的蓄水能力和水电站的发电效率。在防洪抗旱工程建设中, 滑模施工技术可以快速地修建防洪墙、加固堤坝等设施, 提高防洪能力和抗旱能力。

### 2. 3滑模施工流程及注意事项

滑模施工是一种高效、快速的施工技术, 在水利工程、道路建设等领域得到了广泛应用。其施工过程主要分为以下几个步骤:

①基础准备: 首先需要对施工区域进行勘测和评估, 确定施工方案和施工参数。然后平整场地、开挖基础, 做好准备工作, 确保施工作业面的平整度和稳定性。

②模板制作: 根据设计要求制作模板, 并进行模板安装和调整, 确保模板的水平度和垂直度。

③钢筋加工和安装: 根据设计要求加工钢筋, 安装预埋件, 并进行精细调整, 确保钢筋的准确性和牢固性。

④浇筑混凝土: 将混凝土浇筑在模板内, 在此过程中需要注意控制混凝土的流动速度和坍落度, 确保混凝土的密实度和均匀性。

⑤滑模施工: 待混凝土初凝后, 开展滑模施工。在施工过程中, 滑模板需要保持稳定, 滑动速度需要控制在一定范围内, 以确保混凝土的密实度和表面光滑度。

⑥模板拆除: 待混凝土充分凝固后, 进行模板拆除。拆除过程中需要注意不要损坏混凝土表面, 避免对工程质量造成影响。

在滑模施工过程中, 还需要注意滑模板需要保持稳定, 并控制滑动速度在一定范围内, 以确保混凝土的表面光滑度和密实度。模板拆除需要在混凝土充分凝固后进行, 并注意不要损坏混凝土表面, 避免对工程质量造成影响。

### 3 滑模施工工艺在水利施工中的优势

#### 3.1 提高施工质量和效率

首先, 滑模施工可以大大提高混凝土表面的光滑度和密实度。在滑模施工过程中, 混凝土表面受到滑板的压制和振动, 可以有效地消除混凝土内部的气泡和空隙, 使混凝土表面光滑均匀, 密实度高, 保证混凝土的质量。其次, 相比传统的手工抹灰施工, 滑模施工可以加速施工, 缩短工期, 提高施工效率。同时, 滑模施工也可以减小劳动强度, 降低工人受伤的风险, 提高施工安全性。再次, 滑模施工可以减少浪费和节约成本。滑模施工采用模板的方式进行施工, 可以有效地控制混凝土的用量, 减少浪费, 从而节约成本。同时, 滑模施工的高效施工方式也可以减少人力和物力资源的浪费, 提高施工效益。

最后, 滑模施工还可以适应复杂的施工环境和地形。在水利施工中, 经常遇到复杂的地形和环境, 传统的手工施工往往受到限制。而滑模施工具有灵活性强、适应性好的特点, 可以适应各种地形和环境, 使得施工更加方便和高效。

#### 3.2 减少人力和物力成本

除了提高施工质量和效率外, 滑模施工还可以减少人力和物力成本, 这也是其在水利施工中的另一个重要优势。首先, 相比传统的手工抹灰施工, 滑模施工可以减少人力成本。在传统的施工方式中, 手工抹灰需要很多工人, 劳动强度大, 人工成本高。而滑模施工采用模板的方式进行施工, 可以减少用工数量, 降低人力成本, 从而提高施工效益。其次, 滑模施工可以减少物力成本。在传统的施工方式中, 需要大量的木板和钢筋作为模板, 成本昂贵, 同时还需要大量的混凝土, 浪费严重。而滑模施工可以使用钢模板进行施工, 材质坚固、重复使用, 可降低模板成本。此外, 由于混凝土表面平整光滑, 使用较少的水泥即可达到相同的施工效果, 从而节约了混凝土使用量, 减少了物力成本。最后, 滑模施工还可以减少管理成本。滑模施工采用机械化的施工方式, 操作简单, 不需要太多的技术工人和管理人员, 从而减少了管理成本。

#### 3.3 提高工程施工的安全性

首先, 滑模施工可以减少高空作业。在传统的施工方式中, 需要工人上到高处进行抹灰等作业, 存在一定的高空作业风险。而滑模施工采用机械化的施工方式, 避免了工人上高处作业的

危险, 提高了工程施工的安全性<sup>[3]</sup>。其次, 滑模施工可以减少工人接触混凝土的机会。在传统的施工方式中, 工人需要直接接触混凝土进行抹灰等作业, 容易受到混凝土刺激, 同时混凝土中的化学物质也可能对工人的健康造成威胁。而滑模施工采用机械化的施工方式, 可以降低工人接触混凝土的机会, 从而保障了工人的健康。最后, 滑模施工还可以避免模板倒塌等意外事故。在传统的施工方式中, 模板常常需要借助支撑等方式来维持其稳定性, 如果支撑不到位或者其他原因, 容易发生模板倒塌等意外事故。而滑模施工采用钢模板进行施工, 结构坚固, 不需要额外的支撑, 从而避免了模板倒塌等意外事故。

#### 3.4 对环境的友好性

滑模施工工艺的优势还包括其对环境的友好性。这是因为滑模施工工艺相对于传统施工工艺具有以下环境友好性优势: 首先, 可以减少施工噪声。在传统施工工艺中, 施工现场噪音很大, 容易对周边环境和居民造成干扰和污染。而滑模施工采用机械化施工方式, 大大降低了施工噪声, 减少了对周边环境和居民的影响。其次, 减少施工粉尘。在传统施工工艺中, 施工现场产生的粉尘很多, 不仅影响施工效率, 而且容易对周边环境和居民造成污染和危害。而滑模施工采用机械化施工方式, 可以减少施工现场产生的粉尘, 保护周边环境和居民的健康。最后, 减少施工废水。在传统施工工艺中, 施工现场需要用大量水来冲洗混凝土、清洗工具等, 产生了大量的废水。而滑模施工采用机械化施工方式, 使用的水量相对较少, 可以减少施工废水的产生, 降低对环境的污染。

### 4 结束语

随着滑模控制理论和施工技术的不断发展和完善, 滑模施工技术在水利工程中的应用将会更加广泛和深入。未来滑模施工技术将会逐渐普及, 特别是在大型水利工程中的应用将会更加广泛。而且, 滑模施工技术不仅有利于提高施工效率和质量, 还有利于减少人力和物力成本, 提高工程施工的安全性和对环境的友好性, 将会成为未来水利工程建设中不可或缺的一项技术手段。因此, 需要加大对滑模施工技术的研究和推广力度, 不断完善技术体系和规范标准, 以便为水利工程的发展和建设做出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]黄晓双.滑模施工工艺在水利施工中的优势研究[J].价值工程,2019,(18):162-164.
- [2]杨宇.水利工程滑模施工工艺及施工特点探究[J].智能城市,2019,(08):185-186.
- [3]贺小平.论述水利水电工程施工中滑模施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2018,(16):165.

#### 作者简介:

曹怀利(1982--),男,汉族,新疆乌鲁木齐人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程监理。