

防洪堤堤线布置和堤基防渗问题浅析

贾天宁

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

摘要: 随着社会的快速发展和城市化进程的加速,防洪问题日益成为影响国民经济和可持续发展的关键因素。基于此,本文简要分析了堤身渗漏的危害,讨论了防洪堤堤线布置原则与具体实施,并针对堤基防渗问题进行了探究,涉及堤基土层结构及其影响、铺盖防渗设置、粘性土截水槽或其他垂直防渗措施,旨在为防洪堤的设计和施工提供有益的参考。

关键词: 防洪堤;堤线布置;堤基防渗问题

引言

防洪堤作为防洪体系的重要组成部分,其设计和施工质量的优劣直接关系到防洪效果的好坏。然而,在实际工程中,防洪堤堤线布置和堤基防渗问题往往面临诸多挑战,如地质条件复杂、施工难度大、成本高昂等。因此,如何采取合理有效的措施,确保防洪堤的安全性和经济性,成为当前防洪工程领域亟待解决的问题。

1 堤身渗漏的危害

堤身渗漏是水利工程中常见的安全隐患,其危害不容忽视。首先,渗漏将增加堤身和堤基的扬压力,从而影响堤坝的稳定性。当水流通过堤身内部的孔隙或裂缝渗出时,会在堤身内部形成一定的水压,这个水压会抵消部分堤身的抗滑力,导致堤身稳定性下降。在极端情况下,渗漏可能引发堤身的滑动或坍塌,造成严重的安全事故。其次,渗漏会加速堤身土体的侵蚀和破坏,水流在渗漏过程中会携带大量的泥沙和细小颗粒,这些颗粒在流动过程中会不断冲刷和磨损堤身内部的土体,导致土体结构逐渐松散和破坏^[1]。随着时间的推移,这种侵蚀作用会逐渐加剧,最终导致堤身出现空洞、裂缝等严重问题,进一步威胁堤坝的安全性。此外,渗漏还会降低堤身混凝土结构的强度和耐久性,混凝土是堤身常用的建筑材料之一,其强度和耐久性对于堤坝的安全性至关重要。然而,渗漏会导致混凝土内部的水分含量增加,从而引发混凝土的膨胀、开裂等问题。这些问题不仅会降低混凝土的强度和耐久性,还会加速混凝土的老化和破坏过程。在极端情况下,渗漏甚至可能导致混凝土结构的完全失效,造成堤坝的溃决。而除了对堤身本身的危害外,堤身渗漏还可能对周边环境造成严重影响。渗漏水在流出堤身时,可能会携带大量的污染物和有害物质,对周边的水体、土壤和生态环境造成污染和破坏。这种污染不仅会影响周边居民的生活质量和健

康水平,还可能对当地的农业生产、渔业资源等造成严重影响。

2 防洪堤堤线布置原则与具体实施

2.1 堤线布置的基本原则

防洪堤堤线布置的基本原则是确保堤防工程安全、经济、合理的关键。第一,与河势流向相适应是堤线布置的首要原则,河流的自然流向和水流特性是防洪堤设计的基础,堤线应顺应河势,避免与主流方向形成过大夹角,以减少水流对堤岸的冲刷,确保堤防在洪水期间的稳定性。这一原则要求设计者深入了解河流的水文地质条件,通过现场勘查、历史洪水资料分析等手段,准确把握河势流向,确保堤线布置的科学性。第二,堤线力求平稳,避免折线急弯。平稳的堤线有助于减少水流对堤岸的冲击力和侵蚀作用,同时也有利于提高堤防的整体稳定性和抗洪能力。避免折线急弯不仅可以减少水流在转弯处的冲刷和漩涡形成,还能降低堤防建设的技术难度和成本。因此,在堤线布置时,应尽量采用平滑的曲线或直线,避免突然转折,确保水流顺畅通过。第三,防洪堤的修建应尽量靠近河岸,利用自然地形地貌,减少土方开挖和回填量,从而降低工程成本,缩短工期。并且,靠岸修建还能减少对周边环境的破坏,有利于保护生态环境和土地资源。在条件允许的情况下,应尽量利用现有的河岸防护设施,如天然植被、护岸石等,增强堤防的防护效果。第四,防洪堤的建设不可避免地会占用一定的土地资源,但应尽量减少对耕地的占用,保护宝贵的农业资源。内陆滩涂作为河流与陆地之间的过渡地带,具有天然的滞洪、蓄洪功能,是防洪堤建设的理想选址。通过合理利用内陆滩涂,不仅可以减少对耕地的占用,还能提高防洪堤的防洪能力,实现经济效益和生态效益的双赢。第五,防洪堤的建设应与城镇规划相衔接,确保堤防工程与城镇建设的和谐共生。

在堤线布置时,应充分考虑城镇发展的需求和方向,避免对城镇建设造成阻碍或不利影响。

2.2 堤线布置的具体实施

一方面,地形地貌和河流的自然流向、河床形态等河势特征,是堤线布置时必须考虑的自然条件。设计者需深入现场进行详细的勘查,包括地形测量、水文观测、地质勘探等,以获取准确的地形、河势数据。这些数据将为堤线布置提供科学依据,确保堤防工程能够顺应自然、融入环境。在具体实施时,设计者需根据地形起伏、河床宽窄、水流速度等特征,灵活调整堤线走向。在平原地区,堤线应尽量保持平直,以减少水流对堤岸的冲刷;在山区,则需根据山势走向,采用蜿蜒曲折的堤线,以减缓水流速度,降低洪水对堤防的冲击^[2]。同时,还需考虑河流的弯曲程度、河床沙石分布等因素,避免在易冲刷、易淤积的河段设置堤线,确保堤防工程的稳定性和安全性。此外,设计者还需根据河流的洪水频率、洪峰流量等水文特征,合理确定堤线的高度和宽度。在洪水频发、流量大的河段,堤线应适当加高加宽,以增强堤防的防洪能力;在洪水较少、流量小的河段,则可适当降低堤线高度和宽度,以减少工程量和成本。另一方面,行洪断面是指河流在洪水期间能够顺畅通过的最小横截面,在堤线布置时,必须确保行洪断面不被压缩或堵塞,以保证洪水能够顺利排泄。为实现这一目标,设计者需在堤线布置过程中,充分考虑河流的洪水位、流速、流态等因素,确保堤防工程在洪水期间不会阻挡或改变水流的自然流向。在堤线走向的选择上,应尽量避免河流的弯道、狭窄段等易形成阻水障碍的地方;在堤防工程的设计上,需合理设置溢洪道、泄洪闸等泄洪设施,以确保在洪水期间能够及时、有效地排泄洪水。

3 堤基防渗处理方案

3.1 堤基土层结构及其影响

堤基防渗处理是防洪堤建设中至关重要的一环,直接关系到堤防工程的稳定性和安全性,而堤基土层结构及其影响,是制定防渗处理方案时必须深入考虑的关键因素。其中,堤基土层结构的复杂性是防渗处理的首要挑战。堤基通常位于河流两岸的冲积平原或丘陵地带,其土层结构往往复杂多变,包括粘土、砂土、卵石、岩石等多种类型。这些土层的物理力学性质、渗透性能各不相同,对堤防工程的稳定性和防渗性能产生显著影响。例如,粘土层具有较好的隔水性能,但遇水后易膨胀、软化,导致堤身失稳;砂土层则透水性强,易发生管涌、流土等险情。因此,在制定防渗处理方案时,必

须对堤基土层结构进行全面、深入的分析,根据土层的具体特性采取相应的防渗措施。另外,水文地质状况是影响堤基防渗效果的另一重要因素。水文地质条件包括地下水位、地下水流向、含水层分布、水质等,这些因素直接影响堤基的渗流场分布和防渗效果。如地下水位较高时,堤基受地下水作用强烈,易发生渗漏和渗透破坏;地下水流向与堤防方向不一致时,可能形成渗透通道,加剧堤防的渗漏问题。所以,在制定防渗处理方案时,必须充分考虑水文地质条件,通过水文地质勘察、地下水动态监测等手段,掌握堤基的水文地质特征,为防渗设计提供科学依据。最后,天然暗沟和动物巢穴的探明也是堤基防渗处理中不可忽视的环节。天然暗沟是河床下切、侧蚀过程中形成的地下通道,通常具有较大的渗透能力,是堤防渗漏的重要通道。动物巢穴,如鼠洞、蚁穴等,虽然规模较小,但同样可能构成渗漏通道,对堤防安全构成威胁。

3.2 铺盖防渗设置

在堤基防渗处理中,当遇到相对不透水层埋藏较深、透水层较厚的复杂地质条件时,传统的垂直防渗措施(如防渗墙、帷幕灌浆等)可能面临施工难度大、成本高昂等问题。此时,铺盖防渗设置成为了一种经济、可行的选择。铺盖防渗的基本原理是在堤防迎水面设置一层具有较低渗透系数的材料,形成一道水平防渗屏障,从而延长地下水通过堤基的渗径,减小水头压力,达到减少渗漏量的目的。常用的铺盖材料包括粘土、膨润土防水毯、土工膜等^[3]。粘土作为一种传统的防渗材料,具有取材方便、价格低廉、施工简单等优点,但其防渗性能受含水量、压实度等因素影响较大,需严格控制施工质量。膨润土防水毯则是一种新型的防渗材料,具有优异的防水性能和自愈合能力,能够适应地基的不均匀沉降,但其成本相对较高。土工膜则是一种高性能的防渗材料,具有极低的渗透系数和较高的抗拉强度,但施工时需注意保护,避免破损。并且,铺盖防渗的设置位置一般位于堤防迎水面,与堤身紧密结合。在设置过程中,需根据堤基的地质条件、水文状况以及防渗要求,合理确定铺盖的长度、宽度和厚度。铺盖的长度应足够长,以延长渗径,减小水头压力;宽度则需根据堤防的宽度和稳定性要求确定;厚度则需根据材料的防渗性能和施工条件确定。而铺盖防渗设置的优势在于其经济性和适应性,与垂直防渗措施相比,铺盖防渗无需进行大规模的开挖和注浆作业,施工难度较小,成本较低。同时,铺盖防渗能够适应地基的不均匀沉降和变形,对堤防的稳定性影响较小。

3.3 粘性土截水槽或其他垂直防渗措施

粘性土截水槽是利用粘性土（如粘土、膨润土等）作为防渗材料，在堤基中开挖一定深度和宽度的槽体，然后回填并压实粘性土，形成一道连续的垂直防渗屏障。这种方法的优点在于，粘性土具有良好的隔水性能，能够有效阻断地下水的渗透路径，同时，由于粘性土具有一定的塑性，能够适应地基的微小变形，保持防渗屏障的完整性。在具体实施时，粘性土截水槽的设计需考虑多种因素，包括堤基的地质条件、水文状况、防渗要求以及施工条件等。槽体的尺寸（深度、宽度）应根据堤基的透水层厚度、渗透系数以及所需的防渗效果来确定。槽体的开挖和回填需严格控制施工质量，确保粘性土的回填密度和防渗性能满足设计要求。此外，为防止槽体在施工过程中或后期运行中发生破坏，还需采取适当的保护措施，如设置排水设施、加强槽体周边的土体稳定性等。而除了粘性土截水槽外，还有其他垂直防渗措施可供选择，如防渗墙、帷幕灌浆等。防渗墙是通过在堤基中构筑一道连续的钢筋混凝土墙或塑性混凝土墙，达到防渗的目的。帷幕灌浆则是利用高压灌浆设备，将水泥浆或其他防渗材料注入堤基中的裂隙、孔隙等透水通道，形成一道致密的防渗帷幕，这些措施同样适用于浅层透水堤基的防渗处理，且各具特点。在选择垂直防渗措施时，需综合考虑堤基的地质条件、防渗要求、施工条件以及经济成本等因素，对于由粘性土、砂卵石等构成的浅层透水堤基，粘性土截水槽因其施工简便、成本较低、防渗效果良好等优点，往往成为首选方案。但在具体实施过程中，还需根据工程实际情况进行灵活调整和优化设计，以确保防渗效果满足设计要求。

3.4 其他防渗方法

在防洪工程中，除了常见的防渗方法外，抛石挤淤法和预压法也是两种重要的防渗和地基加固手段。抛石挤淤法是软弱地基处理的一种有效方法，特别适用于处理较稀的软土、表层无硬壳且厚度较薄的淤泥质土层，其基本原理是通过在软粘土中抛入较大的片石、块石，利用这些石料的自重和施工机械的工作压力，强行挤出软粘土并占据其位置，以此来提高地基承载力、减小沉

降量，提高土体的稳定性^[4]。这种方法工艺简单，无需抽水、挖淤，施工迅速，尤其适用于软弱地基表面存在大量积水无法排除，大型施工机械无法进入的区域。另外，预压法也是提高软弱地基承载力和减少构造物建成后的沉降量的一种有效方法，它通过在拟建造物的地基上预先施加一定静荷载，使地基土压密后再将荷载卸除，从而加固地基。预压法分为堆载预压和真空预压两种方法，一方面，堆载预压法是在地基上堆放重物（如水、土、砂、石等）进行预压，使地基土在附加荷载作用下产生固结沉降，提高地基强度。这种方法适用于淤泥质粘土、淤泥与人工冲填土等软弱地基。在堆载预压过程中，需分层、间歇地进行堆载，待地基固结、沉降、稳定后再堆下一层。另一方面，真空预压法则是利用大气压作为预压荷载，对地基土进行抽气，在土中造成一定的真空度，形成大气压力与真空压力的差值作用，将土中一部分水抽出，从而使地基土固结而加固。这种方法适用于能在加固区形成稳定负压边界条件的软土地基，如淤泥质土、淤泥、素填土、吹填土和冲填土等。

结束语

综上所述，防洪堤堤线布置和堤基防渗是防洪工程中的两个关键问题。在堤线布置方面，应根据防洪规划、地形地貌、地质条件以及施工条件等因素进行综合考虑，确保堤线的合理性和有效性。在堤基防渗方面，应根据具体工程情况选择合适的防渗技术，如铺盖防渗、粘性土截水槽、抛石挤淤法以及预压法等，以确保堤基的稳定性和安全性。

参考文献

- [1]李泽优.水利工程施工中堤坝防渗加固技术的应用分析[J].居舍,2020(07):41+62.
- [2]陈洁茹,沈芝莹,陈猛,单陆丹.淮河入江水道堤身防渗处理设计[J].中国水运(下半月),2019,19(07):189-190.
- [3]程玉波.诸暨市浦阳江治理二期工程堤防防渗处理方案分析[J].科技与创新,2019(09):58-59.
- [4]杨水草.强透水堤基堤身的几种防渗方案比较[J].吉林水利,2019(04):5-7.