

# 水利水电工程中堤防护岸工程施工技术研究

## Research on the Construction Technology of Dike Revetment Engineering in Water Conservancy and Hydropower Projects

聂建军

Jianjun Nie

监利市水利和湖泊局监利市三洲管理段 中国·湖北 监利 433327

Jianli Water Conservancy and Lakes Bureau Jianli Sanzhou Management Section, Jianli, Hubei, 433327, China

**摘要:** 论文主要分析水利水电工程中堤防工程施工技术,以明确堤防防渗施工方案的选择,提出有效的堤防防渗措施。与此同时,在进行堤防工程施工时,应针对实际情况,确保强化水工建筑对洪水的防御能力,以供参考。

**Abstract:** This paper mainly analyzes the construction technology of dike engineering in water conservancy and hydropower projects, so as to clarify the choice of dike seepage prevention construction scheme and put forward effective measures for dike seepage prevention. At the same time, in the dike construction, it is necessary to strengthen the flood prevention ability of hydraulic structures according to the actual situation for reference.

**关键词:** 堤防护岸; 水利水电; 工程施工; 技术

**Keywords:** dike revetment; water conservancy and hydropower; construction; technology

**DOI:** 10.12346/edwch.v1i1.6922

## 1 引言

目前,各类新型截渗方法层出不穷,并逐渐向深度、效率、适应性等方面发展。其水利水电工程地质条件的复杂性、筑坝材料使用条件的多样化,使其具有不同的渗流特性。因此,在进行堤防护岸工程时,施工人员应从地质条件、坝体质量等因素进行考量,并明确安全、经济、工效、可行性等问题,以此选择合适的防渗加固、堤防护岸方案,确定相应的施工参数,以此达到水利水电工程堤防护岸的施工效果。

## 2 水利水电工程中堤防工程施工技术

### 2.1 水利工程中堤防出险的主要种类

堤坝出险包括渗透破坏、滑坡、开裂、未治理和渗透破坏等。渗流破坏的形式有集中渗漏、管涌、流土、接触冲刷、流土等。堤坝渗水风险主要有3种:①堤坝发生危险的原因是坝体材料成分不均、填筑压实度的不均所导致,如部分堤段的壤土为粉细砂、砂壤土或存在孔洞、裂缝等,以散浸、脱坡、漏洞、落窝等为特征;②堤身与堤基接触带因筑坝时

不清地基而引起的“危险点”,堤身堤基接触区物质含量较高;③堤基发生危险,主要是由砂层、砂质土壤的渗透性较好导致其渗透情况发生。

### 2.2 水利工程中堤防防渗施工方案的选择

①堤身的防渗措施有截渗墙、锥探灌浆、劈裂灌浆等。如有需要,可协助堤体增厚,或翻修再填。②对拦渗墙,其关键在于采取薄壁与成本较低的材料,以减少工程损失。现有的开槽法、深沉法和挤压法都能满足该要求,而深井法成本较低,在20m以下的墙体深度则具有较强竞争力。高喷法施工墙体造价昂贵,但在某些施工场地狭窄,地下障碍物多的情况下,它具备良好的适应性。对于高粒径、高含砂的地层,宜采用冲击钻孔,并与其他开槽方法相结合,当然也会增加其建墙费用。针对堤坝工程的特殊性,可采取防渗、排水减压、反滤保护等方法,对此类地层险段进行防渗加固。

### 2.3 水利工程中堤防防渗施工技术

中国在20世纪70年代后,经过大量的工程实践与科学试验,防渗加固技术得到了快速发展,施工设备、方法效率

【作者简介】聂建军,男,中国湖北监利人,工程师,从事堤防建设与管理研究。

都得到了显著的提升,其效果良好为后续发展起到了铺垫作用。目前,中国的防渗墙工程已经达到国际先进水平,这对工程设计、施工工艺都有一定的指导作用<sup>[1]</sup>。

### 2.3.1 混凝土防渗墙

首先,混凝土防渗墙是中国 20 世纪 60 年代所发展起来的防渗技术,该技术以颗粒层为主要防渗方法。该防渗技术既可应用于永久性地基防渗以及临时围堰、基坑防渗等。其主要优势在于可以有效地控制墙体的厚度,并且保障墙体接缝紧密,使其安全、可靠。近年来,中国的防渗墙工程技术取得了长足的进步,许多新型的墙体造墙、造孔技术应运而生。在墙体材质上,有钢筋混凝土、普通混凝土、塑性混凝土、自凝灰浆、固化灰浆等。

加拿大马尼夸根 3 号土坝的水深为 131 m;中国小浪底大坝的最大抗渗墙是 81.9 m,而三峡水库的第二期工程则是 73.5 m。中国新疆下坂地水利枢纽工程于 2003 年投入使用,坝基混凝土抗渗墙深度达到 102 m,造孔设备有正、反循环冲击钻机、抓斗机、链斗式挖槽机、射水成槽机、锯槽机等等。目前,浅薄防渗墙的厚度通常在 10~20 m,最大不超过 30 m,一般为 10~25 cm。这种防渗墙为常用的防渗技术,该技术可以在较小水头和坝基厚度小于 30m 的地基上进行防渗。深部防渗墙通常用于在高水位超过 20 m,高墙深度超过 30 m 的堤防工程中,它的厚度通常在 60~80 cm,最高 130 cm。为了确保底层墙体的有效衔接,通常墙的深度越高,墙体的厚度也就越大。墙体主要采用一般混凝土或塑性砼,按地层及防渗要求而定。通常情况下,水头越大,透水性越好,就需要更好的防渗能力并具备较高的刚度。

### 2.3.2 高压喷射防渗墙

高压喷射式防渗墙是利用高压射流对坝基护坡进行冲击,并在施工过程中注入水泥浆料,将水泥浆体与土体结合,从而达到防渗墙的目的。中国山东省水利研究所科研工作者,经过多年高喷试验,对大颗粒地层采用高压注浆施工技术进行了研究,大粒度高喷施工工艺,以高压射浆、高喷浆为特点,已在多个项目中得到推广,取得了较好的效果。

### 2.3.3 自凝灰浆防渗墙

自凝灰浆型防渗墙是以塑性砼墙体为研究对象。该技术主要采用水泥、膨润土和少量的缓凝剂混合而成的“自凝灰浆”,可以在固化之前将其用作注浆,完成后自动固化,从而形成墙体的防渗加固。目前,美国和法国已经应用了这一技术,而中国的应用还处在初级阶段<sup>[2]</sup>。

### 2.3.4 帷幕灌浆

帷幕注浆是将具有一定配比的流动性、胶凝性能的浆料,通过钻孔将其压入岩石裂缝,经过胶结硬化后,可以增强岩石地基的整体性能和抗渗性。首先,中国普遍使用的是孔口封闭灌浆法,随着二滩和小浪底的修建,其他国家已有 GIN 灌浆法、自下而上纯压灌浆法等高效施工技术被引入中国,从而推动了中国灌浆技术的发展。其中,GIN 方法的基本思

想为:在任何一个孔段灌浆时,都需要消耗一定的能源,而这一能量的耗能大致等于最后注浆压力  $P$  与注浆容积  $V$  之积  $PV$ ,也就是注浆强度值,即 GIN。在裂缝岩体中,大裂缝往往注入大量的水,而在低的压力下,细小的裂缝往往会注入少量的水,但其使用压力高。

因此,若 GIN 在各灌浆段的整个灌浆工艺中均能保持一定的恒定值,则能对敞开的较宽裂缝进行自动的注水,而对于较低的致密区,则可以增加注浆压力。GIN 注浆法在施工过程中,能够充分考虑到岩体的实际地质情况,从而实现沿帷幕体灌浆总量的合理分配。GIN 方法已在欧美等国的工程中得到了良好的应用。

自 1994 年开始,已在湖南江垭水利枢纽、长江三峡水利枢纽等项目中进行了注浆试验,并取得了较好的效果。通过对黄河小浪底水电站的灌浆试验,采用了孔洞封闭技术,结合 GIN 技术,将两者优点融合后,在防渗帷幕中得到了较好的使用成效<sup>[3]</sup>。

## 3 水利水电工程中堤防护岸施工技术

水利水电工程的防洪堤其实是两个主要的工程,既有堤坝工程又有护岸工程,其中堤防工程属于挡水建筑物建设。而护岸工程的作用就是防止洪水侵蚀岸边坡体的侵蚀。在水利水电工程中,堤防护岸工程的施工十分关键,在进行施工时,应根据工程的具体情况,选用合适的施工工艺,以保证工程质量、安全。

### 3.1 堤防工程施工技术

#### 3.1.1 选择合适的土料

在堤防工程施工中,选择合适的土壤材料是极为重要的,只有符合质量要求的土料才能够保证施工质量。在实际施工中,选择土料要注重两个方面:一方面是确保土料要满足抗渗设计要求,依据工程实际进行开采,宜“就近开采”,能够有效保证土壤符合大坝抗渗要求;另一方面在选择土料时,要对土壤的含水量等进行综合考察,为科学选择土料提供依据<sup>[4]</sup>。

#### 3.1.2 清理堤基

在开挖之前,必须清除采空区的污水、淤泥、杂草等。在堤防工程正式开始前,应及时堤防清理,通常包括清除堤身、铺盖和压载基表面。在清除过程中,要保证地基范围内的所有杂物全部清除,确保大坝工程的正常进行。此外,路基边沿线的清洗要比基础清扫宽约 50 cm。在老堤坝的修复过程中,必须对其进行适当的处理,以保证工程的安全性。在清理完毕后,要进行压实,以保证土壤的密度达到所需要求<sup>[5]</sup>。

#### 3.1.3 堤身填筑

在清除完毕后,对路基进行压实,确保路基的密度达到规定要求。在夯实后进行第一层灌浆,按照从低到高的顺序进行灌浆,而在铺砌面积大的地方,则采取分段铺装方式进

行灌浆。在锚固点浇筑混凝土,保证大坝的质量与大坝的整体结构。另外,在不均匀堤防保护区的填筑中,应从底层向上层以分层地方式进行填筑。在具体的灌浆工程中,要注意与之对应的断面斜率,一般不能大于 $25^{\circ}$ ,施工人员进行施工时要严格控制,以保证坡度满足设计要求。在特殊充填施工中,通常采用分段式结构,根据施工要求,分段长度应大于100 m,以提高充填效率。另外,施工进度要严格控制,防止因灌浆速度太快而造成的质量问题。坝体填筑工程完工后,应采取综合控制措施,防止出现边界沟,以便于后期压实<sup>[6]</sup>。

### 3.1.4 铺料施工

首先,在进行填筑前,必须先将填筑好的坝体表面进行平整,并将其土壤含水率控制在设计范围内。其次,选用的材料应具有均匀的流平性。第一,要进行试验,确定各层的厚度和直径,并对材料进行隔离。第二,不得使用沙粒等渗透物质和泥土混在一起,并清除路基的泥土中的杂质。第三,在铺筑时,砾石的铺砌厚度不得大于30 cm,而在强烈的震动条件下进行研磨,其厚度应小于60 cm。第四,在路基的边沿上铺筑时,必须在路基的外侧填入一些多余部位。第五,在铺面施工中,可以采用机械和手工的方式进行,通常为25 cm厚实施机械化施工,15 cm厚实施人工施工。铺装施工和压实作业应持续进行,以防止因水分含量的改变而造成质量问题<sup>[7]</sup>。

### 3.1.5 堤坝压实

堤坝的压实施工是堤坝施工质量的重要保障,在此期间,应不定期地对土壤水分进行检测,在进行压实作业时,应注意选用规范的压实工艺,并合理使用各类压实设备。首先,采用常规压实作业,是为了防止传统压实工程中存在的压实不足、漏压等问题,从而保证大坝的安全性与稳固性。其次,在进行压实时,首先是横向分层,然后是层层碾压,并且应确保设计边界线两边超过30 cm,并在工作面进行土料填充后,逐步卸料、平整、压实操。最后,施工人员应注意,在压实的同时,要根据现场情况,选用最适合的压实机,在空旷空间内,可使用大型的压路机,在狭小的空间和不利的环境下,可以选用手动碾压机,以此达到全面碾压效果,保证大坝稳定性。

## 3.2 护岸工程施工技术

护岸工程是在河床冲刷区域内修建的一种防护工程,其作用是防止河流等横向侵蚀。由于河道部分地区的冲刷而导致塌岸等破坏,使主流线发生偏移。护岸施工技术主要有斜坡护岸、坝型护岸、墙式护岸及其他护岸施工技术。

### 3.2.1 坡式护岸施工技术

坡面护岸是一种比较常见的护岸措施,它是在坡脚和岸

坡上覆盖一层防护材料,以减少水流的冲刷。坡面护岸具有不会对河道及周边环境产生干扰的优势,护岸工程是斜坡护岸工程中的关键环节。在此,应确保做好坡脚防护工程,并针对水下部分采取防腐材料,进而为水下施工带来便利。

### 3.2.2 坝式护岸施工技术

坝式置换是指在堤坝或海岸上建造丁坝、顺坝,并将二者组合而成的护岸坝。通过对坝体的控制,使坝体水流发生偏移,避免了水流冲刷,保障其坝体的安全。目前坝型护岸多为丁坝<sup>[8]</sup>。

### 3.2.3 墙式护岸施工技术

墙型护岸又叫重力护岸,是一种沿着堤坝一侧修建的、垂直的、陡峭的斜墙。为了保证墙体的稳定,应对堤坝进行有效防护,以此达到保护堤岸的效果。在工程中,将地基埋设在路基的护脚板上,以提高路基稳定性,减少水流冲刷。在此,施工人员应定期保养和清洁墙体护坡防护装置,在混凝土墙面发生破损时,应使用相同材料的混凝土或水泥砂浆修补,以保证墙体的内部结构达到稳定性要求<sup>[9]</sup>。

## 4 结语

综上所述,在水利水电工程中,应做好堤防建设工程,以此确保水利水电工程达到应有的质量保障,进而实现堤防防洪、保护河道、沟渠、湖、海岸不受水流的影响等实际效果。在此,也是现代水利建设中应具备的施工工艺。

## 参考文献

- [1] 龙从甫.水利水电工程中堤防护岸工程施工技术研究[J].建筑工程技术与设计,2021(29):1306-1307.
- [2] 周攀峰.水利水电工程生态堤防的建设研究[J].中国战略新兴产业,2021(14):261-262.
- [3] 曾仲楷.水利工程中河道堤防护岸工程施工技术[J].建筑工程技术与设计,2021(11):1677.
- [4] 徐文彬,卢林峰.关于水利工程中堤防护岸工程施工技术分析[J].门窗,2020(5):114+116.
- [5] 李翔洲.水利工程中河道堤防施工技术研究[J].建材发展导向(上),2020,18(8):295.
- [6] 黄卫东,余明辉,姚仕明,等.深水潜坝抛石加固现场试验及定位分析研究[J].工程科学与技术,2021,53(4):110-117.
- [7] 张会敏.水利工程中河道堤防施工技术研究[J].世界家苑,2021(16):98.
- [8] 汪涛.某城区河道提升改造工程设计技术研究[J].水利技术监督,2021(3):144-146+150.
- [9] 张红武,李琳琪,付健,等.应对特大暴雨的抗洪抢险存在问题与解决途径:以2021年7月河南暴雨应急救援为例[J].水利水电技术(中英文),2021,52(11):27-38.