

充分利用工业废渣修筑江河湖海的万里长城

To Make Full Use of the Industrial Wastes to Construct the Great Wall for Rivers, Lakes and Seas

唐明述

(南京化工大学材料科学与工程学院, 中国工程院院士 南京 210009)

1998年的洪涝灾害,特别是长江流域和嫩江松花江流域全线告急,超历史的最高水位和高洪峰,引起举国上下的严重关注,直接间接损失以千亿元计。要根治洪水必须下最大决心,坚持长期综合治理,包括防治水土流失、保护森林植被、治理江河湖海、兴修水利设施以及修筑险工险段的永久性堤坝。本文着重探讨修筑永久性堤坝的选材、施工和结构设计。要在辽阔的江、河、湖、海上修筑永久性堤坝,工程之浩大是不言而喻的,我们只有用修筑万里长城和愚公移山的精神,坚持数十年方得成效。长城始建于公元前656年,战国时历经齐、楚、魏、燕、赵、秦和中山等国相继兴建。秦统一后的公元214年始连贯为一,西起临洮,东至辽东,之后历代又相继修筑加固,致使总长达6700公里。现代中国面临的江、河、湖、海的永久性堤坝,工程之巨大将远胜于万里长城,但相信在现代科技指引下,这种有利于子孙万代的宏伟工程,必将得到全国人民的支持。

一、充分利用工业废渣是解决堤坝巨大材料需求的关键措施

我国海岸线长18000多公里,现有海堤12000公里,其中标准海堤仅3000公里。由于各种气候因素,预测今后的2030年、2070年、2100年海平面将分别上升18cm、44cm、66cm。加以沿海城市地面下沉,海面上升将更加显著。若不加固完善海堤,淹没损失也将以百亿千亿元计,并将造成大量人员伤亡。我国江、河、湖堤防将远大于海堤,以长江为例,上游干堤在3100公里,中下游堤包括长江干堤,主要支流堤防以及洞庭湖、鄱阳湖、太湖区堤防,总长35500公里。若加上黄河、珠江、淮河、松花江、嫩江等,估计堤防总长将达数十万公里。由于我国有众多平原均处于海平面或江河水平面以下,修筑永久坚固性堤防将保护数十至数百万平方公里的面积。

目前海上防坡堤多用混凝土方块、混凝土巨

块、四脚锥体、工字体、四脚空心方块和钢筋混凝土沉箱等。因海水中盐化学腐蚀严重,因此材料选择有一个耐化学腐蚀的问题,而江堤除少数标准堤外,绝大部分为泥土堤,其最大缺点是经不起洪水的浸泡,塌方险情时有发生。因此修筑永久性堤坝的选材问题十分关键。

日本由于台风经常引起暴雨,但防洪主要依靠高标准堤坝。目前正试验一种新型大坝(超级大坝),在靠近城市的地方修建既高且宽的大坝^[1]。荷兰国土面积仅4万多平方公里,海岸线长达1000多公里,是“低地之国”,其中38%的土地低于海平面,最低点为-6.7米。他们主要依靠牢固的海堤以确保安全。“他山之石,可以攻玉”,国外的这种坚固的永久性堤坝是值得借鉴的。

关键问题是防洪还得从国情出发,我国江、河、湖、海修筑永久性堤坝,不仅耗资巨大,还有一个建材来源问题,混凝土和钢筋混凝土堤坝将需要大量的水泥。我国现有水泥产量为5亿吨,年需石灰石5亿吨,排放CO₂近4亿吨,已深感资源、能源和对环境污染产生的巨大负荷,再大幅度增加硅酸盐水泥产量,则必须考虑可持续发展的限制。最佳途径就是充分利用工业废渣。

根据统计^[2],1995年全国工业废渣为7.4亿吨,累积堆存量达65亿吨,占地5~6万公顷。我国是世界上头号产煤大国,1996年粉煤灰排放量达1.4亿吨,矸石排放量达1.35亿吨,加上高炉矿渣、钢渣、铜渣、镍渣、磷渣、炼铝厂的赤泥等,预计通过化学活化和机械活化每年可得具有胶凝性的固体废渣4亿吨左右。笔者曾亲眼目睹:鞍钢的钢渣山逐年扩展致使河流改道;山东的矸石堆积如山,仅淄博铝厂的赤泥年排放量即达80万吨,几十年来赤泥山已达60米高,严重污染环境,一旦溃裂还将造成更大损失。将每年产生的和累计存放的工业废渣用于修筑堤坝,将是利国利民的千年大计。

二、利用工业废渣的可行性

开发利用工业废渣已进行几十年,也已取得显著成就,但利用率仍不够高,究其原因是在水泥中掺入工业废渣,早期强度不高,难以满足快速施工的要求。对建筑业而言这确实是关键性的弱点。但对堤坝而言,并不需要“早强”,因半年后夏季时洪水才到来,故可以在冬季施工。同时应该了解到,近年来国内外出于节约资源能源保护环境的需要,对利用工业废渣进行了大量的研究工作,众多院校和研究生论文均已证明提高掺合料含量是完全可行的。利用已有的科学成就,依靠我国具有大量工业废渣资源的特点,坚持不懈地修筑堤坝以防止洪涝灾害是完全可行的。根据近年来的资料,利用工业废渣有下列突出优点:

1. 早期强度不高,但后期强度高是极其可贵的

目前我国利用粉煤灰生产粉煤灰硅酸盐水泥,一般掺量不能超过 25%,否则强度显著下降达不到标准要求。这里有一个合理选择标准的问题,水泥标号是根据 3、7、28 天强度而定的,对硅酸盐水泥而言这是合理的,因为 28 天已水化 70~85%。但对有掺合料的混凝土,其化学反应速度要慢得多,28 天之后强度还会成倍增长。根据 Ravina^[3]的资料,纯硅酸盐水泥混凝土 28 天、180 天、400 天的抗压强度分别为 15.3、20.4、20.5MPa,而掺有 50%粉煤灰者,相应龄期强度为 8.5、19.4、27.8MPa,也就是说 28 天时后者强度仅为前者的 1/2,但 400 天时后者高出 36%。我国四川二滩电站大坝混凝土用 260kg/m³ 水泥,水灰比为 0.43,水泥中掺有 52%优质粉煤灰,180 天后强度达到了 C40(强度为 40MPa)。详细介绍这些资料的目的是要说明一个问题,即高掺合料者虽早期强度不高,但后期强度可以与纯硅酸盐水泥相当,甚至超过。事实上古罗马的混凝土就是用石灰加火山灰捣实而成、精细加工,获得了良好的耐久性。公元 70~82 年建成的古罗马竞技场(Colosseum)能保存到今天,表明具有长达 2 000 年的使用寿命。耐久性好,后期强度在潮湿环境能持续增大,这正是堤坝混凝土的需要与特点。实际上有的堤坝并不一定需要 C40 混凝土,有时只需 C25 也就够了。加以近年来发展的碾压混凝土技术,采用高效减水剂,掺合料可高达 80%,仍能满足工程的需要。我们可以根据工程的实际需要和掺合料的火山灰特性研制开发一系列性能不同的混凝土以供各种堤坝工程选择。若 65 亿吨废渣中,利用 30 亿吨,以掺量为 60~80%计,则可得 50~37.5 亿吨胶凝材料;以每立方米含胶凝材料 300kg 计,则可浇注 167~125 亿立方米的混凝土。目前我国最大的三峡工程混凝土量为 2 700 万立方米,也

就是说可以浇注 450~600 个长江三峡工程的混凝土量。照此计算,每年产生的固体废渣若用其中一半,即 3 亿吨,则可浇注 45~60 个长江三峡的混凝土量,年复一年修筑下去,筑成江、河、湖、海的万里长城是有可能的。

2. 可显著提高混凝土工程的耐久性

实践证明纯硅酸盐水泥混凝土块在海水中浸泡 3 年其强度因化学腐蚀而显著降低,相反矿渣水泥混凝土块在相同环境条件下强度反而成倍增加。根据 Chatterji^[4]的资料,有害离子在掺有粉煤灰的混凝土中的扩散系数比硅酸盐水泥混凝土小得多。28 天龄期氯离子的扩散系数前者为 $1.39\text{m}^2/\text{sec} \times 10^{-12}$,后者为 $18.1\text{m}^2/\text{sec} \times 10^{-12}$,即后者为前者的 13 倍。因此高掺量粉煤灰混凝土特别适合用于海水或其他含盐水的地下工程之中。

三、利用工业废渣的几点措施

解放以来利用工业废渣已投入大量人力、物力,也已取得显著成效。但离深度开发大量应用还有很大距离。根据几十年来的经验教训,深感还有许多关键问题必须解决。

1. 必须形成规模生产

小规模的生产反而增加成本,在市场经济的条件下就没有竞争力。70 年代与“冶建院”同志在鞍钢讨论钢渣利用时就曾深入探讨过,曾设想采用无介质磨粉磨钢渣,既可回收废钢,渣亦可用于生产水泥。但这样处理必定是大规模生产,能否有市场甚难预料,只能作罢。若今天我们以江、河、湖、海堤坝为目标,使用量之巨大是不容置疑的。国内目前的钢渣水泥和粉煤灰水泥的生产遇到不少困难,难以与普通硅酸盐水泥在建筑市场形成竞争优势。但用于筑坝,由于后期强度高、水化热低、耐久性好,正好发挥它的优势。这方面水利部门已有成熟经验。对其他废渣也必须采用近代技术,形成大规模生产,才能取得较好的经济效益,如煤矸石等的煅烧等,采用过分简陋的设备就不会获得良好效果。长期以来认为废渣利用因陋就简,用家属工生产就行了,其结果是规模小、设备流程十分落后,得不到经济效益,这是必须改变的。

2. 废渣的价格问题

几十年来的经验表明,废渣待处理时,还需贴钱给使用单位,但真正能使用后,就不断提高售价。目前有的粉煤灰价格已达 100 元/吨,甚至 200 元/吨以上;而水泥价格有的仅 300 元/吨左右。这样一来废渣利用就受到严重阻碍。这方面必须有政府干预;特别是用于防洪工程,更应获得全社会的支持。

3. 以点带面逐步推广

废渣利用说起来简单,真正用好问题不少,必

以高校为支撑发展我国的软件产业

To Develop China's Software Industry Supported by Colleges and Universities

刘积仁

(东北大学计算机软件国家工程研究中心,主任、博士 沈阳 110006)

目前,人类社会由工业时代进入了信息时代,信息已经和物质、能量并列为人类社会的三大资源,信息高速公路和 Internet 互联网络使世界变成一个地球村,信息社会基础结构正在形成。随着全球社会信息化和经济信息化的发展,人们已经逐步认识到,信息技术是促进我国高新技术产业发展的关键技术,是国民经济发展的倍增器。

软件是计算机的粮食,是现代信息产业的核心和灵魂,是信息产业的命脉。美国、日本等西方发达国家都将软件产业列为其国民经济的支柱产业,美国的软件产业已成为仅次于汽车、电子的第三大产业。印度、巴西等发展中国家也把软件产业列为发展重点,并取得了显著的成绩。近年来世界软件产业的发展速度惊人,即使在全球经济不景气的情况下,软件销售额仍以每年 10~20% 的速度增长,1996 年已逾 1 000 亿美元。软件产业已成为名副其实的当今社会发展最快的新兴产业,其直接经济效益与日俱增。

在我国软件企业的发展过程中,如何将急需人才和技术的软件企业与高等院校有机地结合起来始终是一个重要的问题。一方面,软件企业是最典型的智力密集型、知识密集型和劳动密集型企业,是以研究与开发为最基本的基础而发展的企业;另一方面,我国的高等院校不仅培养出一批又一批的优秀专业软件人才,而且还不断研究和开发

出先进的技术和科研成果。创造一个环境使软件企业与高等院校在科研成果的共享、人才的培养、促进科研成果转化等方面的合作是我国发展软件产业的有效途径。我国应主要以高校为支撑发展我国的软件产业。

一、我国软件产业发展的优势

1. 丰富的软件人才资源

我国的软件产业正处在形成时期,经过近 10 年的努力,已经形成了一支软件研究开发水平较高的队伍,也不乏具有开拓精神的企业管理人才和熟悉市场经济的软件经营人才,构成了我国软件产业的中流砥柱。目前,我国从事软件开发、研制、销售和服务的专业人员为 15 万人左右,加上有关部门和行业从事计算机应用的技术人员,总数可达 50 万以上,其中 70% 是年轻的技术人员。

高等院校在我国软件人才培养上做出了重要贡献。据统计,我国有计算机专业的博士点 21 个、硕士点 113 个,有 220 个以上的本科、100 个以上大专和 100 个以上中专计算机专业的培训点。在高校,非计算机专业中的计算机普及教育已经开创了可喜的局面。全国高校中,几乎所有的理、工、农、林、医、财经、政法、师范类院校都普遍开设了计算机课程。计算机技术同数学和外语等一样,成为当

须树立典型逐步推广。特别要依据水情不同、地质条件不同、当地可利用的废渣来源不同,研究不同的堤坝结构,确定选材、配合比以及制定相应的标准规范。若能有 5~10 个适合各种条件的典型堤坝,逐步推广,将获益不浅。我国有广泛分布的小水泥厂,可在堤坝附近生产混合材高掺量的水泥,定向供应;同时应研究专门生产这种水泥的最佳工艺流程、设备和制定相应的标准规范。

参考文献

[1]李大庆,日本是怎样面对洪灾的? 科技日报,1998 年

[2]资源综合利用文件与经验选编,国家经贸委资源节约综合利用司,中国资源综合利用协会编,1997 年, P112

[3]Ravina, Dan, Mehta P. K., Compressive strength of low cement/high fly ash concrete, Cement and Concrete Research, Vol. 18, No. 4(1988)571—583.

[4]Chatterji, S., A critical review of the factors affecting in migration through cement based materials, II Cemento, 3(1995)139.

(责任编辑 蔡德诚)