

Discussion on the Application of Basalt Aggregate Roller Compacted Concrete in Dam Construction Technology

Fen Wang

Guizhou Survey & Research Institute Water Resources and Hydropower, Guiyang, Guizhou, 550002, China

Abstract

Roller compacted concrete dam is widely used in China's water conservancy development because of its advantages of fast construction speed, short construction period and low investment. Due to the limitation of material sources near water conservancy projects, basalt aggregate is used in some projects. Based on a large number of references and relevant data of some existing basalt aggregate dams in China, this paper expounds the characteristics of basalt aggregate, the performance characteristics of basalt aggregate mixture, as well as the problems existing in the actual construction and solutions, and discusses some technical problems of basalt aggregate dam construction, which can be used for similar projects in the future and also provides reference and enlightenment.

Keywords

basalt aggregate; roller compacted concrete; dam construction technology

玄武岩骨料碾压混凝土筑坝技术应用探讨

王奋

贵州省水利水电勘测设计研究院, 中国·贵州 贵阳 550002

摘要

碾压混凝土坝以其施工速度快、工期短、投资省等优点, 在中国水利开发中得到广泛应用, 受水利工程附近料源限制, 部分工程采用玄武岩骨料筑坝。论文通过大量查阅文献, 基于中国部分已建的玄武岩骨料碾压混凝土坝的相关资料, 阐述了玄武岩骨料特性、玄武岩骨料碾压混凝土拌和物性能特点, 以及实际施工中存在的问题和解决手段, 对玄武岩骨料碾压混凝土筑坝技术部分问题进行探讨, 可以为今后类似工程的施工提供借鉴和启示。

关键词

玄武岩骨料; 碾压混凝土; 筑坝技术

1 引言

碾压混凝土筑坝是采用振动碾将摊铺的干硬性混凝土薄层压实, 具有施工简便、机械化程度高、施工速度快、工期短、投资省和温控相对简单等优点。水利水电工程中选用不同种类的岩石分别作为粗细人工骨料, 骨料特性各不同, 势必明显影响混凝土的性能。受水利工程附近料源限制, 中国云南大朝山、金安桥、四川官地、贵州象鼻岭等碾压混凝土坝选用玄武岩骨料。因玄武岩骨料独有的物理化学性能和生产加工中的特性, 玄武岩骨料碾压混凝土拌合物性能表现不佳, 有必要对玄武岩骨料碾压混凝土筑坝技术的应用的情况进行介绍和探讨。

2 玄武岩骨料特性

2.1 物理、化学性能

玄武岩是由火山喷发的岩浆冷却凝固形成的一种致密状或泡沫状结构的岩石, 属于岩浆岩, 常见颜色多为黑色、黑褐色或暗绿色。玄武岩具有密度大、岩性脆、硬度、弹模高、耐久性好, 表面粗糙、吸附性强, 吸水性大, 保水性好等特点。

物理力学试验结果表明, 玄武岩的饱和抗压强度范围值 160~264MPa, 平均值 212MPa, 干抗压强度范围值 219~293MPa, 平均值 256MPa, 吸水率平均值 0.11%。

玄武岩为基性岩, 主要组成矿物有绿泥石、云母、石英、长石、方解石、钙斜长石和辉石, 玄武岩中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、

Al₂O₃含量高,二氧化硅含量最多,硅含量45%~55%。

玄武岩一般不具有碱活性,但有时玄武岩具有气孔构造和杏仁构造,其中杏仁孔穴被次生SiO₂充填,形成蛋白石,这种玄武岩往往具有碱活性。

2.2 玄武岩骨料生产加工特性

2.2.1 玄武岩骨料针片状含量高,粒形差

玄武岩属于硬质岩,具有强度高、脆性大、难破碎等特点,骨料破碎生产过程中,整形困难,针片状颗粒较高。溪洛渡工程曾采用四段破碎的加工工艺(闭路粗碎、开路中碎、开路细碎、闭路超细碎),将小石骨料针片状含量从31.6%降低到8.2%,达到了溪洛渡工程骨料针片状含量小于10%的要求^[1]。

2.2.2 玄武岩制砂产量不高,细度模数大

玄武岩易碎难磨,产砂率低,成品砂细度模数偏大,不经特殊处理,通常难以生产出符合施工要求的碾压混凝土用砂。SL 677-2014《水工混凝土施工规范》,要求人工砂的细度模数宜为2.4~2.8,DL/T 5112-2009《水工碾压混凝土施工规范》,要求人工砂的细度模数宜为2.2~2.9。金安桥初期生产的砂细度模数在2.78左右,官地是2.9,溪洛渡3.01^[2],均偏大,如表1。后期主要采用棒磨机和立轴破碎机两种联合制砂工艺,按一定比例掺混,能保证制砂产量和砂的细度模数满足设计要求^[3]。

2.2.3 玄武岩制砂石粉含量低

DL/T 5112-2009《水工碾压混凝土施工规范》,要求人工砂的石粉($d \leq 0.16\text{mm}$ 的颗粒)含量宜控制在12%~22%,其中 $d < 0.08\text{mm}$ 的微粒含量不宜小于5%,最佳石粉含量应通过试验确定。

金安桥水电站生产的细砂石粉含量11.8%,含量偏低,不能满足施工要求。通过外掺石灰石粉代砂,将玄武岩砂石粉含量提高到18%^[4],可以改善碾压混凝土的拌和性。大朝山水电站前期生产的细砂石粉为8%,后期在生产系统增加石粉回收设施,石粉含量显著提高到15%,基本达到现场施工要求。

2.2.4 玄武岩制砂脱水难

玄武岩亲水性大,保水性好,吸附性强,成品砂脱水困难。金安桥水电站初期的成品砂含水率大多在8%左右,规范要求砂的含水率不大于6%,合格率仅为20%^[5]。后期通过将干湿砂分仓存储,按15%~20%比例掺干砂,有效解决了玄武岩砂脱水及含水量高的难题。

表1 大坝玄武岩骨料相关技术参数

序号	项目名称	坝型	岩石骨料	针片状颗粒含量(%)	砂细度模数	砂石粉含量(%)
1	大朝山	碾压砼重力坝	玄武岩	11.8	2.86	8
2	金安桥	碾压砼重力坝	玄武岩	7.4	2.78	11.8
3	官地	碾压砼重力坝	玄武岩	5	2.9	11
4	象鼻岭	碾压砼拱坝	玄武岩	3.8	2.82	12.3
5	溪洛渡	常态砼拱坝	玄武岩	14.1	3.01	11.2

2.3 玄武岩骨料碾压混凝土拌合物特点

通过收集大朝山、金安桥、官地、象鼻岭等工程的玄武岩骨料碾压混凝土坝相关资料,玄武岩骨料碾压混凝土拌合物主要特点如下^[2, 6-8]:

- (1) 玄武岩骨料粒型较差,细片状含量高,表面粗糙吸附性强,导致碾压混凝土单位用水量比普通灰岩骨料大很多。
- (2) 玄武岩骨料人工砂石粉含量偏低,碾压混凝土浆体明显不足,致使碾压混凝土拌和物性能不好,可碾性差,液化泛浆慢。
- (3) 玄武岩骨料碾压混凝土干缩大,抗裂性能不佳。
- (4) 石粉含量提高,浆砂比增大,可以使碾压混凝土浆体加快,性能有效改善,但同时玄武岩骨料碾压混凝土用水量增加,干缩也加大。
- (5) 玄武岩骨料碾压混凝土表面容易产生麻面,层间结合质量不太好。

3 讨论

针对玄武岩骨料在加工过程的特性,以及玄武岩骨料碾压混凝土的特点,以下几个方向可以值得深入研究。

3.1 解决玄武岩制砂产量不高、细度模数大、骨料针片状含量高的问题

可研究超细碎车间和棒磨车间生产的人工砂按哪个比例范围进行混合,不同比例对砂细度模数的影响。分析玄武岩骨料针片状不同含量对碾压混凝土性能的影响,考虑加工工艺和经济性,选出最佳针片状含量。

3.2 解决玄武岩制砂石粉含量低的问题

通过外掺不同岩性的石粉,以提高玄武岩砂的石粉含量。可以比较掺入不同岩性石粉(如砂岩、板岩、片麻岩、花岗岩、

大理岩、白云岩)对玄武岩碾压混凝土性能的影响,最终选出几种工程界常用且易得到的岩石石粉作为外掺首选。

3.3 解决玄武岩制砂脱水难问题

弄清楚玄武岩砂脱水难的机理,从制砂工艺上寻找脱水难的解决办法。

3.4 解决玄武岩骨料碾压混凝土抗裂能力不佳问题

分析玄武岩人工骨料混凝土的抗裂能力不佳的原因,研究采取何种措施抑制玄武岩骨料的干缩,降低单位用水量,提高抗裂能力。比如,用不同岩性(砂岩、板岩、片麻岩、灰岩、花岗岩、白云岩)的细骨料与玄武岩粗骨料混合,与纯玄武岩骨料对比碾压混凝土性能。

3.5 研究石粉含量、减水剂、砂脱水难度三者之间的关系

提高石粉含量,增加了用水量,这与减水剂的作用相反,同时石粉含量提高也致使砂的脱水难度加大。故可研究石粉含量、减水剂添加量、脱水难易程度三者之间的关系,寻找最优平衡点。

4 结语

论文通过大量查阅文献,收集工程实际资料,阐述了玄

武岩骨料特性及其碾压混凝土拌和物的特点,探讨了玄武岩骨料碾压混凝土筑坝技术部分问题,可以为今后类似工程的施工提供借鉴和启示。

参考文献

- [1] 朱辉煌,张静.溪洛渡大坝骨料针片状含量控制研究与生产实践[J].人民长江,2011,42(24):34-37.
- [2] 康小春,张改香.金安桥水电站玄武岩骨料碾压混凝土应用研究康小春[J].水力发电,2011,37(1):55-58.
- [3] 潘勇.官地水电站打罗砂石加工系统工艺流程及设备选型设计[J].四川水力发电,2008,27(1):10-11.
- [4] 李苓宏,田育功.金安桥水电站玄武岩骨料碾压混凝土特性研究[J].水利水电技术,2009,40(5):47-49.
- [5] 董家清.浅谈金安桥水电站左岸砂石加工系统扩容改造[J].水力发电,2011,37(1):59-61.
- [6] 杨金娣,张细和,李勇.玄武岩骨料碾压混凝土配合比研究[A].第五届碾压混凝土坝国际研讨会论文集[C],2007,472-474.
- [7] 于忠政,陆采荣.大朝山水电站碾压混凝土新型PT掺合料的研究和应用[J].水力发电,1999,(5):15-17.
- [8] 石义生,聂强,陈磊.全玄武岩骨料碾压混凝土抗裂性能的影响因素分析[J].粉煤灰综合利用,2012,(1):35-37.