

河南省抽水蓄能电站规划布局探讨

杨琦

(国网新源控股有限公司回龙分公司,河南 南阳 473000)

摘要:近年来,河南省电力负荷、电源结构以及在国家电网中的枢纽地位发生了巨大变化,2016年最大负荷已达52.08 GW,电源结构以火电为主的格局已转变为火电与外部调入电力并存,河南电网已初步建设成为华中电网的火电基地及西北、华北、华中三大区域电网联网的枢纽。原抽水蓄能电站规划已不能满足电力发展需求,为保证电网安全稳定运行,急需对河南省抽水蓄能电站建设重新规划布局,进行相关探讨并提出建议。

关键词:抽水蓄能电站;电力负荷;电源结构;调峰电站;电网安全

中图分类号:TV 743 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2018)10-0048-02

1 河南省基本情况

河南省地处中原,国土面积16.7万 km^2 ,总人口约1亿,居全国第3位,2016年全省生产总值约4.02万亿元,居全国第5位。电力是河南省社会发展的重要基础,抽水蓄能电站是电网最有效的调峰电源,因此,规划、布局好抽水蓄能电站建设对保证河南电网安全至关重要。

近年来,随着河南电网在国家电网中枢纽地位的形成、用电负荷的快速增长、电源结构的调整,以及中线干渠工程与抽水蓄能电站相结合的潜在迫切需要,形成了河南省对抽水蓄能电站需求的巨大空间,对规划站点的布局提出了新的要求。

河南省三面环山,北有太行山、西有伏牛山、南有大别山,中部还有中岳嵩山,具有大量、非常优越的抽水蓄能电站站址资源。

2 河南电网基本情况

河南电网位于国家电网中部,现已初步建设成为华中电网的火电基地及西北、华北、华中三大区域电网联网的枢纽。按照“内节外引”能源发展方针,充分发挥地处中原区位优势 and 全国重要煤炭基地资源优势,着力推进全国电网枢纽和重要火电基地建设,依托哈密—郑州 ± 800 kV 直流、山西晋城—河南南阳—湖北荆门1000 kV 交流特高压输变电工程,在全国建成首个跨大区特高压交直流混联电网,实现与西北电网、华北电网、华中电网互联互通,省间电力交换能力达到13.00 GW,2015年年底全省电力装机突破68.00 GW,居全国第8位,其中,煤电装机58.80 GW。全省年发、用电量分别达到255.9,288.0 $\text{TW}\cdot\text{h}$,分别居全

国第8、第6位,全年净调入电量32.1 $\text{TW}\cdot\text{h}$,占发电量的12.5%。跨省跨区电力交易活跃,省间交换电量37.5 $\text{TW}\cdot\text{h}$,是全国重要的发电、用电、跨省跨区交易市场。

河南电网最大负荷近5年持续增长,从2012年的44.43 GW增长到2016年的52.08 GW,年均增长3.44%。今后10年按3%增长率保守估算,到2025年最大用电负荷为66.15 GW,考虑20%的检修备用、10%的事故备用和5%的旋转备用容量,电源容量应该达到90.00 GW,在现有总装机容量的基础上,还需要增加22.00 GW,年均增加2.45 GW。

河南电网水电资源匮乏,以火电为主格局正在向火电与外部调入电力并存发展的布局转换。随着河南电网联网枢纽作用的加强,用电容量的不断增大,以及按照国家能源政策消纳风电、光电比例的提高,还需发展更为灵活、经济的调峰电源。抽水蓄能电站在系统中不仅可以发挥调峰填谷的作用,而且可以作为电力系统的事备用电源和灵活可靠的调频电源,改善系统电压质量和稳定性。

受国家节能减排政策制约,大量建设火电厂已不现实,新的电源缺口必定大量来自新能源及外省调入电力,包括水电、风电、光伏、核电等,主要是西电东送电力。为了保证输电效率,这些长距离输送电力必须配置足够的调峰电源。河南省现有火电调峰压力已经很大,在不增加火电调峰压力的情况下,必须建设足够容量的抽水蓄能电站进行调峰。

根据河南省电源结构发展情况,结合以往各国大量研究资料,至少需要按总供电负荷的10%配置抽水蓄能调峰容量。2025年调峰容量应达到9.00 GW以上,减去已有的宝泉、回龙等调峰电源,还需新增抽水蓄能电站容量约7.70 GW。天池和大鱼沟已经开始建设,总规模2.40 GW,缺口还有5.10 GW。

3 前期抽水蓄能电站布局及存在的问题

1989 年,河南省开始启动抽水蓄能电站前期工作,于 2005 年前后分别建成了南阳回龙和新乡宝泉抽水蓄能电站,为河南省电力调峰发挥了巨大作用。

2003—2007 年,黄河勘测规划设计有限公司经过广泛深入的调查研究,提出了 30 余个建设条件优越的抽水蓄能电站站址,建议优先开发南阳天池、洛阳大鱼沟,其后开发宝泉二期、光山五岳。目前,南阳天池已开工建设,洛阳大鱼沟即将开工。

2007—2013 年,中南勘测设计研究院有限责任公司在黄河勘测规划设计有限公司的工作基础上,分别提出了《河南省抽水蓄能电站选点规划报告》2007 版和 2013 版,确定南阳天池为近期开发站址,洛阳大鱼沟(1.20 GW)、新乡宝泉二期(1.20 GW)、平顶山花园沟(1.20 GW)、信阳五岳(1.00 GW)等站址为 2020 年以后新增站址。抽水蓄能电站从开工到建成一般需要 6 年的施工期,建设时机明显滞后,前一轮规划建设布局已不能适应新的形势要求。

郑、汴、洛地区是河南省的电力负荷中心,抽水蓄能电站需求空间在 4.50 GW 以上。目前仅大鱼沟电站(1.20 GW)准备开工建设,考虑宝泉、小浪底对郑、汴、洛地区的调峰作用后,调峰规模还远不能满足电力发展需求。尤其是郑州市附近,迫切需要增加可靠的抽水蓄能调峰电源。

郑州、开封、许昌、商丘等地区位于河南省中东部,对调峰容量需求大,需要尽快在郑州市附近提出新的规划站址。尽快建设郑州抽水蓄能电站(环翠峪 1.80 GW)或登封抽水蓄能电站(1.20 GW)十分必要。

原规划环翠峪站址水头较低(450 m)、规模较小(1.20 GW),且淹没部分景区景点,认为开发条件差。经优化后,水头 530 m,规模 1.80 GW,不淹没景点,可以成为优越的站址。

南阳天池抽水蓄能电站(1.20 GW)正在建设,2020 年前后投运,可解决豫西南南阳、平顶山两地区的调峰问题。大鱼沟电站位于河南省西部的洛宁县,主要承担豫西洛阳、三门峡两地区的调峰任务。花园沟站址紧邻天池站址,近期建设不仅增加电网潮流输送压力,也不利于电网安全运行,应安排 2025 年以后择机开发。

豫南地区用电负荷相对分散,应考虑在信阳、驻马店或南阳桐柏县布点,解决信阳、驻马店、漯河、周口等地区调峰问题。

信阳大坪站址位于鄂豫皖三省交界附近,距离河南省负荷中心郑州市直线距离 370 km,距离武汉

市 100 km,距离合肥市 200 km。站点具有建设周调节或 2.40 GW 日调节的优越条件,尽管地处河南省,但位于河南电网的末端,距湖北省负荷中心武汉市很近,应作为武汉市的调峰电源。光山五岳抽水蓄能电站合理装机规模仅 0.80 GW,且水头低,投资指标较差,应作为远期研究对象。

豫北已进入规划的宝泉二期紧邻宝泉抽水蓄能电站,位于豫北济源、焦作、新乡、鹤壁、安阳、濮阳 6 市 C 形圈的中心地带,距河南省负荷中心郑州市的直线距离也仅 80 km,可兼顾豫北和河南省中东部地区的调峰,地理位置非常优越。考虑到太行山优越的自然条件和地理位置,以及中线工程调蓄水库建设的需要,豫北再安排 2 座水库共 2.40 GW 左右的抽水蓄能容量是合适的。

原规划宝泉二期选择西沟或寺沟站址,受环境等条件制约,现均不具备开发条件。经考察论证,将军岩站址建设条件优越,可作为宝泉二期的首选站址。

黄牛抽水蓄能电站位于辉县北部山区,紧邻南水北调总干渠,可以结合南水北调中线工程对大型调蓄水库的需求,建设抽水蓄能电站,实现双赢。应加快前期研究工作。

综上分析,河南省应重新考虑抽水蓄能电站布局问题,开展新一轮的选点规划。目前,河南省发改委已委托黄河勘测规划设计有限公司开展新一轮的抽水蓄能电站规划,非常及时。

4 河南省抽水蓄能电站建设合理布局

按 2025 年发展水平重新对河南省抽水蓄能电站进行规划,继天池、大鱼沟开工建设之后,河南省还有约 5.00 GW 以上的调峰容量空间,可以安排 4 座 1.20 ~ 1.80 GW 的抽水蓄能电站。

结合前期规划站点资料及全省电力负荷分布情况,近期豫南应安排 1 座 1.20 GW 的抽水蓄能电站,主要解决信阳、驻马店、漯河、周口四地区的调峰问题;郑州应安排 1 座规模 1.80 GW 左右的,解决郑州、开封、许昌、商丘等中东部地区调峰问题;豫北应安排 2 座各 1.20 GW 的,一座解决济源、焦作、新乡、鹤壁、安阳、濮阳 6 地区调峰问题,一座补充中东部地区的调峰缺口。

目前,豫西有大鱼沟和在建的洛宁,豫西南有回龙已投运、天池在建的情况下,近期可以暂时不安排开发新的抽水蓄能电站。

豫南可选站址包括驻马店板桥,桐柏龙潭河,信阳天目山、草堂、大坪、五岳、大成等。考虑环境制约条件后,只有板桥、大坪、五岳 3 个(下转第 51 页)

过程中不会有太大差别,本文针对喷吹系统脉冲电磁阀远程控制进行探讨。

2.1 常规控制设计

按照常规设计,每个脉冲电磁阀需设 1 个开关量输出(DO)通道进行远程控制,实现脉冲喷吹。

2.2 矩阵式控制设计

将所有脉冲电磁阀设计为一个 m 行 n 列的矩阵式结构,在脉冲电磁阀之间设有整流二极管,阻止电压反向导通,防止多个脉冲电磁阀动作,每次只允许 1 只脉冲电磁阀动作。当第 $i-m$ 行和 $j-n$ 列回路同时带电时,对应的脉冲电磁阀 mn 动作,实现脉冲喷吹。控制原理如图 2 所示。

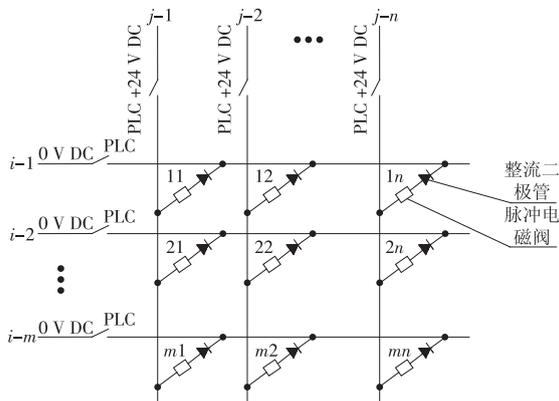


图 2 矩阵式脉冲电磁阀控制原理

整流二极管参数(参考型号 ZP5):最大反向击穿电压,100 V;最大平均整流电流,5 A;最大反向电流,6 mA。

2.3 设计对比

以该项目为例,如果按常规设计,喷吹系统脉冲电磁阀共计 576 只,至少需要 576 个 DO 通道。如果按照矩阵式设计,将整个喷吹系统设为 4 个部分,每部分设 1 个矩阵回路,每个矩阵可设计为 13 行 13 列,这样就可控制 169 个脉冲电磁阀,4 个矩阵共计可控制 676 个脉冲电磁阀,需要 DO 通道 $(13 + 13) \times 4 = 104$ (个)。

可见,在留有相当余量的情况下,矩阵式设计较常规设计大大减少了 PLC 控制系统的 DO 通道。

(上接第 49 页)站址,大坪地理位置较偏,五岳工程建设条件较差、规模较小。驻马店板桥站址是较优的选择。

郑州可选站址包括郑州(环翠峪)和登封 2 个站址,郑州站址具有明显优势。

豫北可选站址很多,考虑环境制约因素及站址自身建设条件的优越性,应重点比选辉县将军岩、辉

3 矩阵式设计优缺点

优点:(1)大大减少了控制系统远程 DO 点数,系统越大减少的 DO 点数越多;(2)大大减少了控制电缆的数量,减少了工程量。

缺点:(1)脉冲电磁阀喷吹回路设计较为复杂,回路出现故障后波及面大,如果某一整流二极管出现故障,会导致这一行和这一列相关的脉冲电磁阀动作不受控制,影响喷吹清灰;(2)故障不易检查,必须对整个设计图纸及原理特别熟悉。

4 结论与建议

大型固定行喷布袋除尘器脉冲电磁阀数量较多,采用矩阵式设计能够大大减少控制系统的规模及控制电缆用量,节约了投资,在大型行喷布袋除尘器设计中将会成为主流,但矩阵式控制回路相对复杂,出现故障后对系统运行影响较大。这就需要在设计、安装、调试及维护等阶段多加注意,确保元器件质量可靠,严格设计,精心施工,不留隐患。运行维护人员要熟知设计原理,发现故障能及时处理,保证系统稳定可靠运行。

参考文献:

- [1]陈隆枢,陶晖.袋式除尘技术手册[M].北京:机械工业出版社,2010:111-112.
- [2]张亚志,郝润生.布袋除尘器旋转喷吹与行喷吹技术比较[C]//2010年全国燃煤电厂袋式、电袋复合式除尘技术研讨会论文集,2010:1-4.
- [3]王林涛.大型行喷脉冲袋式除尘器清灰技术研究[C]//中国硅酸盐学会环保学术年会论文集,2012:90-91.
- [4]张大志,张维超.矩阵式脉冲布袋除尘器流场建模及控制系统集成[J].中国冶金,2014,24(S1):300-302.
- [5]解海卫,段瑞,王婧璇.布袋除尘器脉冲清灰工艺优化的研究[J].能源与节能,2015(5):1-2.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

潘云(1981—),男,江苏南京人,高级工程师,工程硕士,从事火电厂电力环保咨询及设计工作(E-mail:panyun_1981@163.com)。

县黄水和林州车佛沟 3 个站址。考虑林州车佛沟位于河南省最北部,建议作为远期开发站址,近期优先安排将军岩和黄水 2 座抽水蓄能电站。

(本文责编:白银雷)

作者简介:

杨瑒(1981—),女,河南南阳人,工程师,从事计算机方面的工作(E-mail:wys50@sina.com)。