

美姑河集控出力调整方式分析

陈沛秋

(美姑河水电开发有限公司, 四川 美姑 616400)

摘要:通过计算,分析改变负荷调整开始时间以及负荷调整速率,对各个负荷调整情况的影响,并结合例子得出如何进行负荷调整能有效减少不合格电量的产生的结论,使电厂实际产发电量与调度计划电量的差值偏离尽量减少,提高电厂经济效益。

关键词:考核;不合格电量;出力;爬坡率

中图分类号: TN206; B025.4; A715

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2022)01-0039-04

Analysis on Centralized Output Adjustment Mode of Meiguhe

CHEN Peiqiu

(Meiguhe Hydropower Development Co., LTD, Meigu, Sichuan, 616400)

Abstract: Through calculation, this paper analyzes the impact of changing the load adjustment start time and load adjustment rate on each load adjustment situation, and concludes the way to carry out load adjustment that effectively reduces the generation of unqualified electricity based on examples, which minimizes the differences between the actual power generation and that planned by the dispatcher of the power plant, and improves the economic benefits of the power plant.

Key words: assessment; unqualified power; output; climbing rate

1 概述

美姑河集控严格按照省调下发《省调直调并网发电厂上网出力调度指令执行规则》执行负荷变更,每月却依然存在大量超欠电量。不合格电量考核规则:四川电网所有统调电站均在调度机构备案负荷升降速率,调度按照各电厂备案的升降速率计算电厂在升降负荷时的电量,并与电厂发电机组实际上网电量进行比较,若发电机组实际上网电量与调度计划电量偏差超过 2%,则超出部分即为不合格电量。

这种情况在每个电站都基本存在,针对这种情况,四川水电开发公司组织了“两个细则考核交流会”,各电厂针对两个细则都分享了自身的理解以及具体的实施方法,对美姑河出力方式提出了几点调整,在此对其进行简要分析。

为了保证电能质量,电力系统安全、优质、经济运行,提高经济效益,减少不合格电量的产生是每个发电企业应尽的责任。

2 不合格电量产生原因分析

2.1 不合格电量产生原因

不合格电量^[1]:发电机组未按照调度计划和调度指令发电而增加或减发的上网电量称为不合格电量。不合格电量产生原因^[2]可分为两个部分。

(1)人为原因。如没有按时调整负荷,没有按照爬坡率调整负荷,负荷调整错误等人为性失误。

(2)设备原因。如电能量采集终端与监控时间不一致产生不合格电量,设备故障等导致的不合格电量。

现只讨论负荷调整方法对不合格电量产生的影响以及如何对其进行优化,减少不合格电量的产生。

2.2 不合格电量计算

不合格电量考核数据来源于电厂的电能量采集装置,数据采样频率为 1 min,每 5 min 为一个结算点,即 5 min 内的实发电量不得偏离计划电

量的 2%^[3]。

则此时不合格电量计算公式：

$$Q_{\text{不合格}} = |Q_{\text{实际}} - Q_{\text{计划}}| - 2\% \times Q_{\text{计划}} \quad (1)$$

式中 $Q_{\text{不合格}}$ 为不合格电量; $Q_{\text{实际}}$ 为发电机组实际上网电量; $Q_{\text{计划}}$ 为计划上网电量或实时调整电量。

若 $Q_{\text{不合格}} < 0$, 则无不合格电量产生。

此处以柳洪水电站为例,柳洪电站爬坡率 20 MW/min,电站 8:15 前执行曲线 100 MW,调令 8:15 设置上网出力 300 MW。每分钟内发电机组实际上网电量、调度计划电量与差值电量计算表见表 1。

表 1 电量计算表 /MWh			
时刻	$Q_{\text{实际}}$	$Q_{\text{计划}}$	$Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}}$
8:15~8:16	1.833	2.000	0.167
8:16~8:17	2.167	2.333	0.167
8:17~8:18	2.500	2.667	0.167
8:18~8:19	2.833	3.000	0.167
8:19~8:20	3.167	3.333	0.167
8:20~8:21	3.500	3.667	0.167
8:21~8:22	3.833	4.000	0.167
8:22~8:23	4.167	4.333	0.167
8:23~8:24	4.500	4.667	0.167
8:24~8:25	4.833	5.000	0.167
总计	33.33	35	1.67

按照省调《四川电力系统省调直调并网发电厂上网出力调度指令执行规则》^[4]进行到点调整时, $Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}} = 0.167$ MWh,且 $(Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}}) / Q_{\text{计划}}$ 始终大于 2%,说明一直存在不合格电量。

将表 1 一部分数据绘制成坐标图则可得图 1 (无量计算图)。在图 1 中,粗实线折线 a 与横坐标轴围成的图形面积为 $Q_{\text{计划}}$,斜率线 b 与横坐标轴围成的图形面积为 $Q_{\text{实际}}$, $Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}}$ 即为阴影部分面积总和,现设三角形阴影部分 A 区面积所代表的电量为 $Q_{\text{阴影}}$ 。

在 8:15 到 8:25 这段时间内经过计算可得, $Q_{\text{实际}} = 33.33$ MWh、 $Q_{\text{计划}} = 35$ MWh,省调允许电量波动范围为：

$$(1 \pm 2\%)Q_{\text{计划}} = 34.3 \sim 35.7 \text{ MWh}$$

则此段时间内累积欠发不合格电量：

$$Q_{\text{不合格}} = 34.3 - Q_{\text{实际}} = 0.97 \text{ MWh}$$

3 优化负荷调整方式

3.1 固定负荷调整优化

按照“两个细则考核交流会”中对美姑河集控

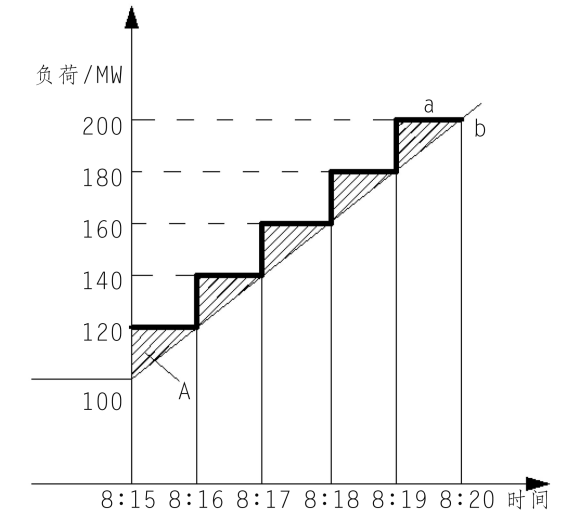


图 1 电量计算图

提出的建议,若提前半分钟调整出力^[5],从 8:14:30 开始按照 20 MW/min 爬坡率增加出力,直至 8:24:30 出力达到 300 MW。每分钟内发电机组实际上网电量、调度计划电量与两者差值的优化电量计算表见表 2。

表 2 优化电量计算表 /MWh			
时刻	$Q_{\text{实际}}$	$Q_{\text{计划}}$	$Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}}$
8:14:30~8:15:30	2.000	2.000	0
8:15:30~8:16:30	2.333	2.333	0
8:16:30~8:17:30	2.667	2.667	0
8:17:30~8:18:30	3.000	3.000	0
8:18:30~8:19:30	3.333	3.333	0
8:19:30~8:20:30	3.667	3.667	0
8:20:30~8:21:30	4.000	4.000	0
8:21:30~8:22:30	4.333	4.333	0
8:22:30~8:23:30	4.667	4.667	0
8:23:30~8:24:30	5.000	5.000	0
总计	35	35	0

此时每分钟内 $Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}} = 0$ MWh,说明在 8:14:30~8:24:30 每分钟内累积不合格电量均为 0 MWh,则在每五分钟结算时,均无不合格电量产生。将表 2 中部分数据绘制成坐标图得到图 2(优化电量计算图)。

如图 2 所示,每分钟内超欠发电量相互抵消,累积不合格电量虽然为 0 MWh,但是图中所示三角形阴影部分 A 区仍然存在不合格电量,对三角形阴影部分 A 区电量 $Q_{\text{阴影}}$,进行计算可得阴影部分区域 A 区为 $Q_{\text{阴影}}' = 0.0417$ MWh。

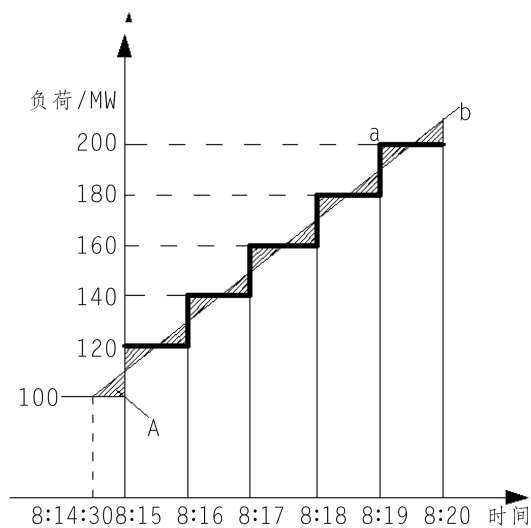


图 2 优化电量计算图

此时 $Q_{\text{阴影}}$ 即为 8:10~8:15 时间段产生的超发电量,此处的不合格电量由公式(1)带入数据可得:

$$Q_{\text{不合格}} = -0.125 \text{ MWh} < 0$$

由 $Q_{\text{不合格}} < 0$ 可得:提前 30 s 调整后产生的不合格电量在每五分钟结算点时不存在。

在通用情况下,调整负荷过程中实发电量公式为:

$$Q_{\text{实际}} = \frac{kt^2}{2} + pt \tag{2}$$

式中 t 为调整负荷时间,单位:分钟; P 为调整负荷时的初始负荷,单位:MW; k 为爬坡率,单位:MW/分钟。

调整负荷过程中调度计划电量即为每分钟固定出力的积分总和,每分钟固定出力积分电量在调整负荷过程中为等差数列,所以可得公式为:

$$Q_{\text{计划}} = \frac{t(t+1)k}{2} + pt \tag{3}$$

由式(3)一式(2)可得:

$$Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}} = \frac{kt}{2} \tag{4}$$

由式(4)可得:在爬坡率不变,省调电量结算时间不变的情况下,在调整负荷过程中图 1 和图 2 的图形不会发生改变。

则在额定容量内提前 30 s 进行任意负荷调整产生的不合格电量无论在 1 min 内还是 5 min 内,皆小于未优化时。

因此,当机组负荷调整从固定负荷到固定负

荷、固定负荷到曲线、曲线变化、曲线到固定负荷(日内滚动计划可视作曲线调整)时,进行提前 30 s 进行出力调整能有效降低不合格电量的产生。

3.2 调频令的负荷调整优化

调频到固定、调频到曲线不采用提前 30 s 调整原因:调频期间实际发电量就是调度计划发电量,调频的最后一分钟电量是进入下一条调令的基础值。

提前在调频令中将负荷调整至计划负荷,便不会有不合格电量产生,以柳洪电站为例,8:15 前执行调频 100 MW,调令 8:15 设置上网出力 200 MW。有以下两种操作方法^[5]:

(1)在 8:14 前将负荷出力调整至 200 MW,此时无不合格电量产生。

(2)若省调下令接近 8:15 时,无时间提前调整,则从 8:15:00 开始按照 30 MW/min 爬坡率增加出力,直至 8:16:00 出力达到 130 MW,之后按照 20 MW/min 爬坡率增加出力,直至 8:19:30 出力达到 200 MW。

方法(2)中,每分钟内发电机组实际上网电量、调度计划电量与两者差值的调频令负荷曲线表见表 3。

表 3 调频令负荷曲线表 /MWh			
时刻	$Q_{\text{实际}}$	$Q_{\text{计划}}$	$Q_{\text{计划}} - Q_{\text{实际}}$
8:15~8:16	1.917	2.000	0.083
8:16~8:17	2.333	2.333	0.000
8:17~8:18	2.667	2.667	0.000
8:18~8:19	3.000	3.000	0.000
8:19~8:20	3.250	3.330	0.080
总计	13.167	13.330	0.163

由式(1)代入数据可得:

$$Q_{\text{不合格}} = -0.103 \text{ 6 MWh} < 0$$

由上式可知:在 8:15~8:20 时间段内,不存在不合格电量产生。将表 3 中数据绘制成坐标图得到图 3(调频令负荷曲线图)。由图可看出,8:15 开始按照 20 MW/min 爬坡率增加出力时,即细实线 a 产生的不合格电量与表 1 中 8:15~8:20 时间段中相同。而在 8:15 开始按照 30 MW/min 爬坡率,即粗实线 b 增加出力时,8:15~8:20 时间段内不合格电量为 0 MWh。

由此可得,按照方法(2)进行调整时,在省调结算时间不变的情况下,调整负荷产生的不合格

电量远小于始终按照 20 MW/min 爬坡率调整时产生的不合格电量。

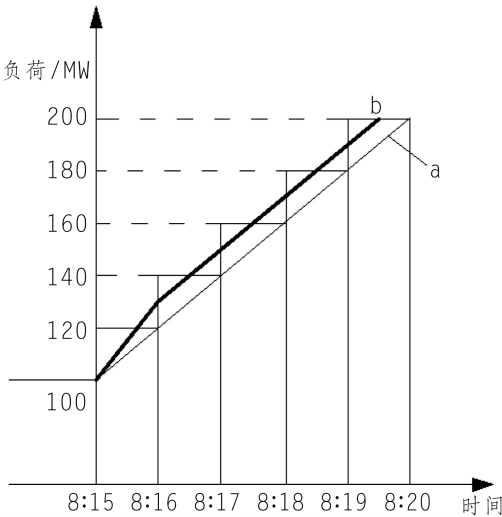


图 3 调频令负荷曲线图

4 结 语

当机组负荷调整从固定负荷到固定负荷、固定负荷到曲线、曲线变化、曲线到固定负荷(日内滚动计划可视作曲线调整)时,相比与到点调整出

力,提前 30 s 进行出力调整能有效降低不合格电量的产生。

调频到固定、调频到曲线优先采用操作方法(1)提前调整到位,若调令下达时间接近执行时间,则采用第 1 分钟按爬坡率 30 MW/min 调整,剩下时间按 20 MW/min 调整。

通过上述方法,能够使电厂实际产发电量与调度计划电量的差值偏离尽量减少,提高电厂经济效益。

参考文献:

[1] 黎建民,白太贵.新城电厂控制不合格电量办法浅析[J].四川水力发电,2011 年,30:119—121.
[2] 顾本华.水电站不合格电量的产生和避免研究[J].中国高新技术企业,2013 年,15:136—137.
[3] 卢彦林,任良均.浅析水电站调整负荷时不合格电量的产生于控制[J].四川水力发电,2015 年,34:113—115;11.
[4] 四川电力系统省调直调并网发电厂上网出力调度指令执行规则[S].2017.
[5] 美姑河集控上网出力调整方案[S].2021.

作者简介:

陈沛秋(1997-),男,四川达州人,美姑河水电开发有限公司主管,本科,从事水电站运行维护工作。(责任编辑:吴永红)

(上接第 26 页)

重要设施实时在线精准测温。其测温数据除用于风机火灾监测外,也可用于分析风机内部设备运行工况、设备健康水平。分布式光纤测温系统在风机内可进行多种扩展应用,如接入风机主控系统帮助完善机组控制,接入风机自动消防系统帮助实现机组自动消防。

分布式光纤测温系统在风机中的应用可极大地提高机组运行安全性、可靠性。随着风电行业逐步发展、“十四五”新能源规划逐步推进,其必将受到更多研究关注,得到更广泛的应用。

参考文献:

[1] 陈博,许宗幸,葛伟青.基于光纤测温的风电机组火灾监控系统[J].中国新通信,2015(17):54-55.

[2] 李志鹏,郭伟,陈雷.分布式光纤测温系统在城市轨道交通中的应用[J].城市轨道交通研究,2014,17(5):5.
[3] 张春阳.分布式光纤测温系统在电力电缆在线监测中的应用[J].电力工程技术,2014,33(4):56-58.
[4] CECS391-2014,风力发电机组消防系统技术规程[S].
[5] 朱谨益,易祖国,鲁林红.一种风电场机组结构及消防控制系统[P].中国专利:CN210068388U.2020.

作者简介:

朱谨益(1991-),男,四川西昌人,中级工程师,现任西昌颉源风电开发有限公司风机班长,从事电气自动化设备运维、风力发电机组运维及管理工作;
蒋冒闰(1983-),男,四川都江堰人,中级工程师,现任西昌颉源风电开发有限公司副站长,从事风电场运行及管理工作;
廖永强(1978-),男,四川仁寿人,中级工程师,现任西昌颉源风电开发有限公司站长,从事风电场运维及管理工作。

(责任编辑:吴永红)

单日发电超 6 亿度！长江干流梯级 6 座电站创历年同期新高

2022 年 2 月 18 日—22 日,中央气象台连续发布大范围低温蓝色预警,华东、华南区域持续雨雪天气,三峡集团运行管理的长江干流梯级 6 座电站“虎”力全开,最大单日发电量达 6.2 亿千瓦时,创历年同期新高。按每户家庭每天消耗 10 度电计算,可以为 6 000 万户家庭提供所需电能。世界最大清洁能源走廊于虎年新春为有效缓解用电紧张局面、向人民群众提供“暖融融”的电力服务作出了突出贡献。后期,长江电力将持续做好上游来水实时监测和科学预报,精心管理好梯级电站群,为社会奉献源源不断的清洁能源,为电网稳定提供强有力的支持。

(来源:三峡小微)