

煤炭矿区能源集成利用体系研究^①

唐晓城¹ 张 伟² 任一鑫² 曾宪迪³

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所 广东 广州 510640; 2. 山东科技大学 山东 青岛 266590; 3. 山东裕隆矿业集团 山东 曲阜 273100)

摘要: 利用集成理论,结合相关的能源法律法规及政策,对煤炭矿区能源与耗能领域集成体系进行研究,并运用技术及管理集成,实现集成体系良性运行和持续改善。通过煤炭矿区能源集成体系的研究,有助于实现矿区能源优势互补,优化能源及耗能领域配置,缓解能源供给压力,减少能源浪费,提高能源的利用效率。其研究成果不仅丰富完善能源优化配置理论及方法,还为我国能源结构调整提供了新的思路。

关键词: 能源集成; 煤炭矿区; 集成配置; 耗能领域; 集成体系

中图分类号: F407

文献标识码: B

doi: 10.3969/j.issn.0253-6099.2014.01.030

文章编号: 0253-6099(2014)01-0110-05

Research on Integrated Energy-Utilization System in Coal Mine

TANG Xiao-cheng¹ ZHANG Wei² REN Yi-xin² ZENG Xian-di³

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China; 3. Shandong Yulong Mining Group, Qufu 273100, Shandong, China)

Abstract: By using integration theory, together with relevant energy laws, regulations and policies, the integrated system for energy and energy-consumption field in coal mine was studied. With technology and management integration, the integrated system can be kept in a positive operation and being improved. The study on the integrated energy system can bring coal mine complementary advantage, energy optimization and proper allocation of energy-consumption field, resulting in the relieved pressure in energy supply, reduced energy waste as well as improved utilization efficiency. It is concluded that such research results can not only enrich and perfect the theory and method of optimal energy allocation, but also propose a new idea for energy structure adjustment in China.

Key words: energy integration; coal mine; integrated allocation; energy-consumption field; integrated system

煤炭矿区是以煤炭生产为核心与农村、城市融合为一体的区域,该区域兼有能源生产与消耗双重身份,涵盖生产、生活及社会活动等耗能领域。由于矿区各单位隶属关系及性质不同,导致能源的孤立开发与利用,产生了能源重复使用、能源综合利用率低等现象。一方面,矿区能源供给紧张、节能任务难以完成,另一方面,地热等新能源、余热等闲置能源没有得到合理开发利用,能源浪费严重。出现上述问题的表面原因是没有从系统的角度统筹安排能源的开发与利用,而实质是能源配置理论与方法不完善。优化配置相关研究主要涉及能源管理、能源替代和互补关系、能源结构优化及配置方法等。配置方法主要从市场、行政等宏观角度进行了研究^[1-5],而从集成角度针对矿区能源孤立开发与利用问题的研究还较少。矿区要提高能源管

理水平,完成节能任务,建设低碳矿区,需要站在系统的角度从整体上考虑矿区能源分布与利用,依据不同领域能源获取与使用的特点,创新能源优化配置方法,设计科学合理的能源集成利用体系。

1 矿区能耗特征

矿区能耗特征包括能源种类特征和耗能领域特征,是进行能源集成体系设计的基础。

1.1 能源种类特征

矿区能源主要特征:能够获取的能源种类多,尤其是闲置能源种类更多;能源获取渠道多;能源之间关系复杂,替代、互补度高,梯级利用、综合利用潜力大;按照能源的特征可分为常规能源、新能源和闲置能源,不同种类能源特征不同。

① 收稿日期: 2013-11-12

基金项目: 教育部人文社科项目(12YJA790108)

作者简介: 唐晓城(1975-),男,山东曹县人,博士研究生,研究方向为环境科学。

1.1.1 常规能源 常规能源主要有电、煤、油、气等,其中电、煤等能源是矿区生产、生活与安全正常进行的保障,是必须使用的,也是需要节约的。常规能源特征:①产量大、性能稳定、易于操作和控制,投产方便;②开发利用技术比较成熟、应用普遍;③开发、使用成本较便宜;④储量有限、不可再生、环境污染。

1.1.2 新能源 矿区新能源包括太阳能、风能、生物质能、地热能等。新能源由于受技术、管理、认识等方面因素的影响,还没被正常的开发利用。随着技术的逐步成熟,它们将被大规模开发,并替代常规能源。新能源特征:①来源丰富、分布范围广;②可再生、清洁无污染;③能量密度低、供应不稳定、随机性大、难以有效控制;④开发利用技术不够成熟、成本高,难以大范围推广。

1.1.3 闲置能源 闲置能源是生产过程中产生的,但没有被开发利用的能源。矿区闲置能源主要包括电厂、矸石砖厂、水泥厂等产生的余热能,矿井水携带的热能、动能和势能,乏风携带的热能,煤炭开采、加工及利用产生的瓦斯、油母页岩、一氧化碳、煤泥、煤矸石,煤炭转化及利用过程中产生的可燃气体(如一氧化碳)、液体(如煤焦油)、固体(如焦渣)等。矿区闲置能源特征主要有:①来源丰富、种类多,利用潜力巨大,是综合利用的重点;②直接排放到自然界不仅造成能源的浪费,还会对生态环境造成污染;③集中度低,很多又属于低质能源,很难加以利用。

1.2 耗能领域特征

矿区主要耗能领域可分为5个方面:一是井下耗能领域,进一步分为基本生产用能与辅助生产用能两个领域。基本生产耗能领域主要是回采与掘进,辅助生产耗能领域主要包括运输、提升、排水、通风、压气等,这些领域主要耗费电力以及少量的油品。二是地面生产耗能领域,主要包括煤炭洗选与加工、机械制造、矿用设施设备维修、矿用物资生产、电力、建材、煤炭转化及其它非煤产业,主要耗费电、煤、油及加工后的热气与冷气。三是地面辅助耗能领域,主要包括固废处理、生活污水与工业废水处理、地面运输、办公区域等。四是生活耗能领域,主要包括职工公寓、家属区、食堂、浴池、工业广场、景观等。五是矿区生活提供服务的耗能领域,主要有通信、商店、宾馆、酒店、医院、学校、银行及邮政等。地面辅助、生活及为矿区生活提供服务的耗能领域耗能品种多,能够使用替代与闲置能源,是能源综合利用的重要区域^[6]。

2 矿区能源与耗能领域集成体系设计

2.1 设计原则

设计能源与耗能领域集成体系要遵循以下原则:

①以保障矿区安全生产和正常生活为前提;②从整

体角度出发,研究整个矿区能源与耗能领域的集成系统;③要贯彻循环经济的“3R”原则,以能源流动路径和能耗特征为基础,科学优化相关环节,使系统中相关环节产生的余热物成为其它环节的资源,提高能源的利用率,尤其是梯级利用率,使集成系统的能量得到充分完全利用,达到“零排放”的目标;④以“分配得当、各得所需、温度对口、梯级利用”为科学用能原则;⑤要同时兼顾环境效益、社会效益及经济效益,在合理的综合成本范围内,追求最低的能源消耗,最大的收益。

2.2 集成体系设计

矿区能源与耗能领域集成体系包含能源种类集成子系统、耗能领域集成子系统等,只有各个子系统之间相互耦合才能实现整个集成系统的正常运转。能源种类集成是集成体系设计的前提,主要是依据矿区能源特点,通过能源替代和互补,实现能源的合理搭配和消费结构的优化调整;耗能领域集成是集成体系的基础,主要根据矿区范围内各耗能领域的特点、重要程度,通过分等级调配和安排能源流动路径,实现耗能领域的合理组织。

2.2.1 能源种类集成研究 不同的耗能领域对能源种类要求不同、不同品位能源适合在不同的生产环节利用,即一个生产过程多余的能量作为另一个过程的能源。能源种类集成是指将矿区所能提供的能源看作一个集成系统,依据替代机理和替代关系,通过能源之间相互比较,选用库存量较大、流通量较多、可再生速度较快、效益较好的能源代替原来使用的能源^[7];依据互补机理和互补关系,抓住各种能源的优势,多能源相结合,采用并联和串联等集成利用手段,扬长避短,将闲置能源、新能源与常规能源集成利用,当闲置能源、新能源可以利用时尽量使用闲置能源、新能源,当闲置能源、新能源不足或中断时辅助使用常规能源,在满足用能需求的前提下,尽可能实现新能源、闲置能源对常规能源的替代,以最大限度地节约常规能源,以取得最合理能源利用效果与效益^[8]。

能源种类集成不是仅将多种能源和用能过程的简单组合和叠加,而是以“能源替代、能源转化品位对口互补”为原则,通过物理化学等关键过程的集成和革新,实现在系统高度上按照不同能源品位的高低进行综合互补利用,实现矿区能源的优势互补,形成有效互补配合,从而提高整个能源配置结构的效率,促进矿区能源结构的优化调整。

能源种类集成形式有很多种:如风光互补、生物质能与煤的混合发电等^[9]。本文以太阳能、沼气等新能源与天然气相组合的多能源集成利用为例,研究能源种类集成问题。图1为多能源集成系统流程示意图。

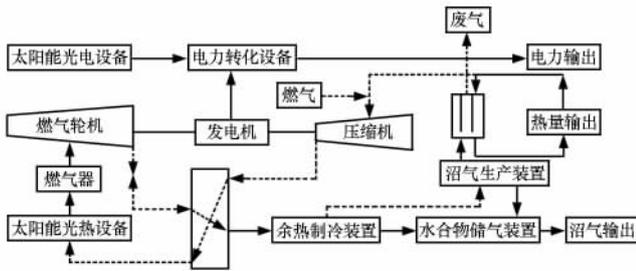


图1 多能源集成流程

该方案以“能源互补、梯级利用”为设计原则,采用天然气水合物技术、太阳能光热及光电技术及沼气技术,既保留了以天然气为燃料的分布式能源系统的优点,又充分利用了新能源与常规能源的互补性,实现新能源对常规能源最大限度地替代,解决了新能源及低质能源难以利用、供给不稳定的问题,从而方便安全地解决了能源孤立利用带来的难题,实现了能效、经济 and 环境的共赢^[10]。

2.2.2 耗能领域集成研究 矿区耗能领域集成就是根据能源供给系统的能源供应情况及耗能领域的不同用能规律、用能的重要程度对耗能领域进行分等级配置,合理地、有计划地安排和组织各个耗能领域的用能时间、用能种类及数量,实现耗能领域的合理组织,使各耗能环节搭配合理,使每个生产过程投入和产出的能量都能有效利用。矿区耗能领域按用能的重要程度分为特别重要、重要、较重要、一般重要、一般。

1) 特别重要耗能领域如回采、掘进、通风、排水等,由于安全生产与稳定生产的需要,这些领域对能源种类及供给要求极其严格。① 能源供给必须持续稳定,不能出现停供的现象,即使在用能高峰时段,也要优先考虑该领域能源供给;② 能源供给种类只能是电及少量的油,很难使用其它替代能源;③ 这一领域能源管理的重点是通过技术改造与创新、管理创新或系统优化等来提高能源利用效率节能。

2) 重要耗能领域主要是地面生产领域等,这些领域用能是必须的,能源供给也必须保证,但能够使用替代能源,比如电厂应该用煤矸石、煤泥、生物质能等替代煤炭,鼓励发展光电和风电。

3) 较重要耗能领域主要是辅助生产领域,这部分用能除了三废处理必须用电外,其它领域都可以考虑使用替代能源,且应尽量考虑错峰用能,避开生产用能高峰。

4) 一般重要耗能领域主要是生活和服务领域,这些领域能耗种类比较多,用能量所占比例不大,能够使用替代能源,是闲置能源开发利用的重要区域,如取暖和制冷尽量使用电厂余热、矿井水等能源,并按品位梯级利用能源。

5) 一般耗能领域是可以根据实际情况进行调控与

替代的耗能领域,如景观耗能,这部分耗能一般考虑利用不能存储的能源,如风能、光能,发展风能光能互补。

2.2.3 能源与耗能领域集成研究 能源与耗能领域集成体系设计思路:以矿区及所在区域为集成范围,以低碳经济和可持续发展思想为指导,确保能源安全为前提,立足于矿区的现状,应用能源种类、耗能领域及集成利用方式等研究成果,建立优质、高效、可持续发展的能源与耗能领域集成体系,实现能源的平衡与调度,尽量做到物尽其用、就近利用。

矿区能源与耗能领域集成体系如图2所示。图2右侧为矿区耗能领域集成,左侧为矿区能源种类集成,中间为能源集成利用方式。

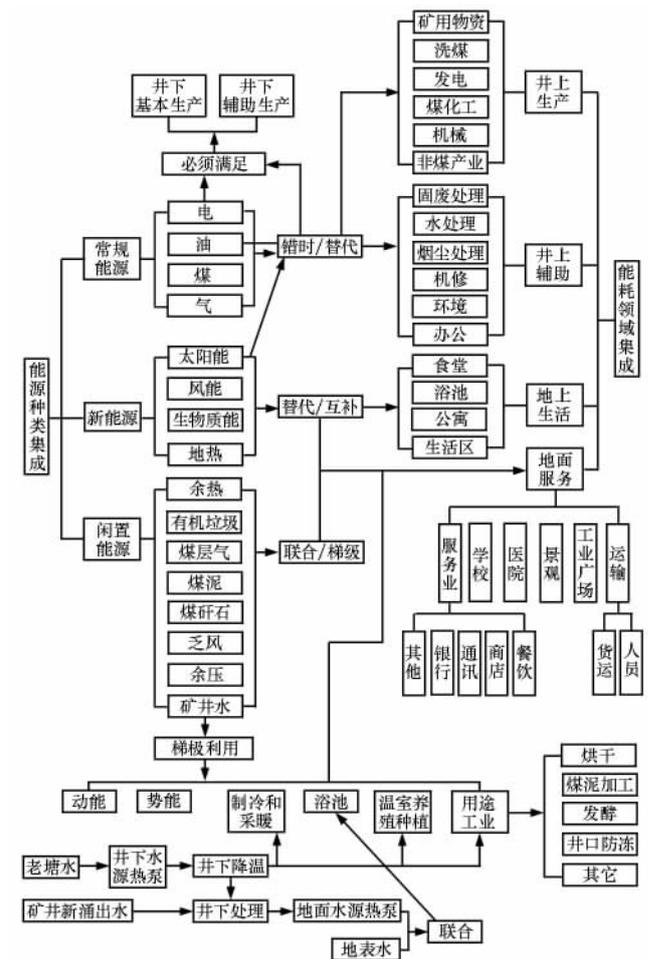


图2 矿区能源种类与耗能领域集成图

2.2.4 集成配置分析 矿区能源与耗能领域集成体系分析如下:在井下基本和辅助生产领域,主要以消耗电、油为主;地面生产领域以消耗电为主,煤加工与转化利用等领域主要消耗煤、电、油;电厂应该用煤矸石、煤泥等替代煤炭,并且大力发展太阳能、风能及核能发电;对于洗选、机修、非煤产业等领域应尽量考虑错峰用能,避开用能高峰;降温与采暖领域应该尽量利用地热、太阳能、余热等能源替代常规能源;地面辅助领域,除固体废弃物、生活污水及工业废水等处理必须用电外,其它

领域应尽量采用太阳能、风能、余热、地热、余压、生物质能、煤炭使用或深加工中产生的气体、液体、固体等可燃物质等替代能源; 生活等耗能应该尽量减少电、煤、油等的使用, 尽可能采用煤层气、生物质能、太阳能、风能、余热及加工过程中产生可燃固体、气体与液体等新能源或替代能源, 以闲置能源利用为主; 景观与工业广场应该尽可能采用风能、太阳能及矿井水能, 大力发展互补能源; 围绕矿区生活服务的产业应该尽量减少对煤炭、电力、天然气等能源的利用, 尽可能利用太阳能、余热、地热等能源, 以能源之间的替代、互补为主。

3 能源集成利用系统运行研究

能源种类集成实现了能源结构优化, 耗能领域集成实现了耗能领域的合理组织, 能源集成利用方式使能源种类集成子系统与耗能领域集成子系统耦合在一起, 而技术和管理集成则为维持和持续改进该集成体系的运行提供了保障。技术集成是为能源与耗能领域集成利用体系的运转提供技术支撑, 管理集成作为一种以“一体化的整合思想”为主要内容的全新的管理理念及方法, 它使能源与耗能领域系统内各个要素集合在一起, 并使它们之间互相渗透互相吸纳而成一种新的“有机体”^[11]。

3.1 技术集成

技术集成是指按照一定的技术原理或功能目的, 将两个或两个以上的单项技术通过重组而获得具有统一整体功能的新技术的创造方法, 可以用来实现单个技术实现不了的技术需求目的^[12]。矿区能源综合利用技术集成并非简单的应用各类能源综合利用技术, 而是综合分析在应用这些技术时产生的相互耦合影响, 并据此设计优化各类技术的应用方案, 以关联技术相耦合实现技术集成体的互动效应。如新能源与建筑节能技术集成: 其一, 集成时要考虑各类新能源之间的技术耦合, 如风能光能互补; 其二, 建筑想要采用可新能源利用技术, 建筑师必须集成考虑建筑工程中的结构、给排水、暖通和电力等的要求, 以保证其使用的安全性和实效性, 这些建筑都是综合考虑了各项技术之间相互影响后确定出最优方案^[13]。

3.2 管理集成

矿区管理集成是指以能源、耗能领域、技术工艺以及人员、资金等为集成对象, 在矿区能源集成利用承诺的基础上, 采用并改进“P-D-C-A”循环模式和管理的系统方法, 体现为兑现能源管理承诺, 实现能源与耗能领域集成体系的高效运行而进行的包括技术集成在内的策划、实施、检查与纠正、管理评审等过程, 对矿区能源集成利用的全过程实施控制, 达到持续调整能源结

构、提高能源利用效率的目标。其基本构成要素如下:

- ① 能源集成利用承诺: 矿区的最高管理者对建立、实施、保持和持续改进能源集成利用体系作出承诺。
- ② 策划(P): 在确定企业的能源因素、耗能领域及集成利用方式的基础上, 通过技术集成等手段, 策划能源集成利用的最优方案。
- ③ 实施与运行(D): 包括为实施能源集成利用方案提供所需的资源, 规定与落实有关人员的作用、职责和权限; 确定能力和意识要求并进行培训; 建立内、外部信息交流机制; 制定方案运行所需的文件和记录并实施控制; 落实方案并开展与能源集成利用相关的活动, 以实现矿区能源管理目标。
- ④ 检查与纠正(C): 包括对能源集成利用活动和目标实现情况的监视和测量; 对符合相关法律法规和标准等要求的情况进行评价, 识别和处理已发生的和潜在的不符合能源集成利用目标的行为。
- ⑤ 管理评审(A): 基于内部审核和管理评审的结果及其他相关信息, 对实现能源集成利用承诺、能源目标和指标的适宜性、充分性和有效性进行评价, 采取纠正措施和预防措施, 以达到持续改进能源集成利用体系的目的。改进可以发生在许多要素的实施过程中, 其中管理评审是为了保持体系的持续适宜性、充分性和有效性, 并持续改进能源管理绩效而进行的整体改进活动。

能源集成管理体系的 PDCA 循环, 一个循环的结束是另一个循环的开始, 但不是原来水平层次上的简单循环, 而是更高层次上的循环, 形成一个螺旋上升的连续, 达到持续优化矿区用能系统的目的^[14]。基于“PDCA”方法的能源集成利用体系运行模式如图 3。

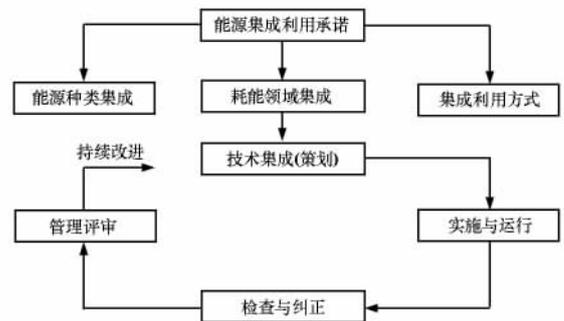


图 3 能源集成利用体系运行模式

4 结 语

结合我国煤炭矿区耗能特征, 为提高矿区能源管理水平、能源利用效率, 实现矿区能源合理优化配置, 就必须建立科学合理的矿区能源体系。本文在探讨矿区耗能特征基础上, 利用集成理论, 对矿区能源集成体系进行研究。矿区能源集成体系解决了矿区能源孤立

开发、孤立利用、配置不合理等问题。首先,依据能源替代、互补机理和关系,建立能源种类集成子系统,实现能源优势互补,最大限度地节约常规能源;其次,根据能源供给系统的能源供应情况及耗能领域的不同用能规律、用能的重要程度对耗能领域进行分等级配置,合理地、有计划地安排和组织各个耗能领域的用能时间、用能种类及数量,实现耗能领域的合理组织。在上述研究的基础上,设计矿区能源与耗能领域集成体系,通过技术和管理集成,实现集成体系的良性运转和持续改善,达到矿区科学使用能源、科学配置能源和科学管理能源的目的。总之,通过集成体系的研究不仅解决了矿区能源孤立开发与利用、配置不合理等实际问题,还为我国能源结构调整提供新的思路,丰富完善能源优化配置理论。

参考文献:

- [1] 李青松,韩真理. 贵州高产高效煤矿能源管理浅析[J]. 中国煤炭, 2011, 37(3): 23-25.
- [2] Smith, Richard. Energy management opportunities and challenges for the healthcare industry[J]. Healthcare Financial Management, 2011, 65(4): 98-102.
- [3] Cho W G, Nam K, Pagan J A. Economic growth and interacted/

- Interfuses substitution in Korea[J]. Energy Economics, 2004(26): 31-50.
- [4] Brannlund, Lundgren. A dynamic analysis of interfile substitution for Swedish heating plants[J]. Energy Economics, 2004(26): 961-976.
- [5] 张一清. 能源优化配置机制的博弈与投入产出分析[D]. 北京: 首都经济贸易大学经济学院, 2011.
- [6] 任一鑫,曾宪迪. 滨湖煤矿能源集成利用研究[J]. 中国煤炭, 2013, 39(2): 111-115.
- [7] 任一鑫,曾宪迪,张士强. 煤炭矿区能源集成利用方式研究[J]. 矿冶工程, 2013, 33(4): 124-125.
- [8] 张咏梅,王怡丽,张士强. 我国煤炭企业社会责任博弈分析[J]. 矿冶工程, 2013(5): 139-144.
- [9] 吴卉. 用于生态工业园的冷热电联产系统[J]. 华北电力大学学报(自然科学版), 2008(1): 86-92.
- [10] 倪维斗,陈贞,麻林巍,等. 关于广义节能的思考[J]. 中外能源, 2009, 67(4): 23-25.
- [11] 齐学义,季炜,董士奎,等. 西部多能源互补利用的分布式能源系统方案探讨[J]. 节能技术, 2008(1): 8-11.
- [12] 汪应洛,孙林岩,赵志. 面向产品创新的过程再造与集成管理研究[J]. 管理科学学报, 2001(6): 33-37.
- [13] 彭志国. 技术集成的实证研究——以 Iansiti 对美日半导体行业的研究为例[J]. 中国软科学, 2002(12): 95-100.
- [14] 宋凌. 再生能源与建筑结合的集成途径浅析[J]. 建设科技, 2008(10): 8-11.

(上接第109页)

实验以迁安市思文科德五机架六辊轧机为基础,板形检测工具为瑞典 ABB 板形辊,温度检测工具为 38 点温度检测仪,用来实时进行温度检测。轧制 ST14 钢过程中,发现辊缝与带钢横向形状保持一致时,仍不能获得良好板形,经调整工作辊正弯和分段冷却系统,仍不能消除其板形,经 ABB 板形辊检测沿板带横向方向出现张力分布不均匀现象。用电磁加热梁加热第 4、第 5 机架间受张力较大的带钢部分,并保持其它参数不变,调节电磁加热梁直至其板形达到最佳。用温度检测仪检测其温度实时变化量,并用板形辊测出变形抗力变化量,并计算出温度与变形抗力的关系。取多组横向带钢温度值和在线自学习功能模拟出带钢横向温度曲线(如图 3),最后在基本目标曲线中加入变形抗力补偿曲线,得到了如图 5 所示板形偏差值。

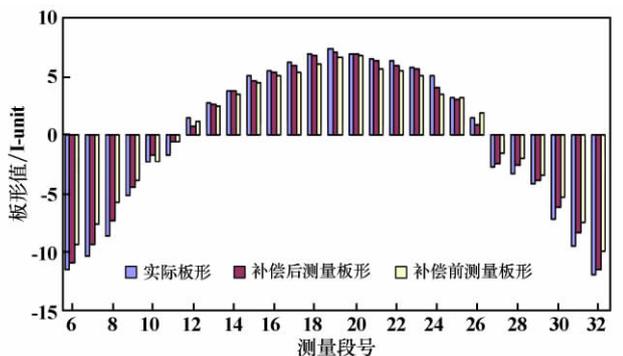


图5 板形值分布

3 结 论

利用迁安市思文科德 1450 冷连轧机板形控制系统的板形调节方法及检测原理,发现在带钢轧制过程中,横向温度不同时,带钢的变形抗力不同,在此基础上根据实际带钢的温差与变形抗力的关系设定了补偿曲线,并增加此补偿控制模型,消除了由横向温差引起带钢变形抗力对板形的影响,使实际板形与补偿后测量板形更为接近,在生产实际中提高了板带产品的质量,提高了板形的控制精度,实现了板带更高的价值。

参考文献:

- [1] 王国栋. 板形控制和板形理论[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1986.
- [2] 徐乐江. 板带冷轧机板形控制与机型选择[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [3] 刘佳伟,张殿华,王鹏飞,等. 边部覆盖率板形测量值计算模型[J]. 钢铁, 2009, 44(10): 51-52.
- [4] 贾春玉,尚志东. 冷轧板形目标曲线的补偿设定[J]. 钢铁研究学报, 2000, 12(4): 65-68.
- [5] ZHENG Gang, XIE Yun-peng, LIU Ding. The Method of Flatness Measurement and Control[J]. Heavy Machinery, 2002(4): 2-4.
- [6] ABB Automation Technology Products[M]. ABQGPM, 2002.
- [7] 郑岗,谢云鹏,刘丁,等. 板形检测与板形控制方法[J]. 重型机械, 2002(4): 2-5.
- [8] 张殿华,王鹏飞,等. UCM 轧机中间辊横移控制模型与应用[J]. 钢铁, 2009, 45(2): 53-57.