

圆盘造球机刮刀系统的改进措施

陈志远 周晓雷 赵志豪 胡耀先

昆明理工大学冶金与能源工程学院, 云南 昆明 650000

昆明理工大学复杂铁资源洁净冶金重点实验室, 云南 昆明 650000

[摘要]造球机是球团矿生产的最主要机器,分为圆盘造球机和滚筒造球机两种,其中圆盘造球机在工厂中使用较多。圆盘造球机是由众多的结构系统构成,其中对球团的成型过程及成型后的强度性能影响最大的结构系统就是刮刀系统。因此,若要通过改进圆盘造球机结构来提高成品球团矿性能,首要任务就是对刮刀系统进行改进。目前,圆盘造球机的刮刀系统主要分为两种:固定刮刀系统和旋转刮刀系统,文中主要针对圆盘造球机的刮刀系统介绍了刮刀系统在球团生产过程中的作用及两种刮刀系统各自的缺陷,同时列举了对圆盘造球机的两种刮刀系统进行改进的主要措施,阐述了对圆盘造球机刮刀系统进行改进对球团矿的生产过程具有的重大意义。

[关键词]圆盘造球机;刮刀系统;改进

DOI: 10.33142/ec.v3i8.2370

中图分类号: TF046.6

文献标识码: A

Improvement Measures for Scraper System of Disc Pelletizer

CHEN Zhiyuan, ZHOU Xiaolei, ZHAO Zhihao, HU Yaoxian

School of Metallurgy and Energy Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, 650000, China

Key Laboratory of Clean Metallurgy of Complex Iron Resources, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract: Pelletizing machine is the main machine for pelletizing production, which can be divided into disc pelletizing machine and roller pelletizing machine. The disc pelletizing machine is composed of many structural systems, among which the scraper system is the most important structure system which has great influence on the pelletizing process and the strength performance after forming. Therefore, in order to improve the pelletizing performance from pelletizing machine, the improvement of scraper system accounts for a large proportion. At present, the scraper system of disc pelletizing machine is mainly divided into two types: fixed scraper system and rotary scraper system. In this paper, the function of scraper system in pelletizing process and the defects of the two scraper systems are introduced. At the same time, the main measures to improve the two scraper systems of disc pelletizing machine are listed and the disc making is described. It is of great significance to improve the scraper system of pelletizing machine for production process of pellet.

Keywords: disc pelletizer; scraper system; improvement

引言

球团矿作为金属冶炼的原料,具有很多优势,因而其使用量不断增加,我国钢铁企业对球团矿的利用率也不断提高。

圆盘造球机是球团生产工艺中的制造生球的设备。一直以来,各大金属冶炼企业都十分重视对圆盘造球机的改进以弥补其缺陷,从而生产出具有更优越性能的球团矿。其中的刮刀系统的性能及改进是对圆盘造球机的改进的重要的一环。

圆盘造球机刮刀系统的作用首先是用来清理造球盘底和盘边粘着物,使盘内经常保持平整而粗糙的良好造球条件;其次是疏导料流,保证料球的合理分布,从而保证造球机的产量和成球质量。

目前常用的刮刀系统分为两种,固定刮刀系统和旋转刮刀系统,两种刮刀系统都具有缺陷,都会对球团矿的生产产生不利的影响,降低球团矿产量及球团矿的性能,影响金属的冶炼。但受困于技术条件,要将所有缺陷全部解决并不现实,厂家只能根据实际情况选择较合适的改进方法,以解决圆盘造球机在生产过程中存在的问题。

1 圆盘造球机的基本工作原理

1.1 圆盘造球机的基本构造

圆盘造球机主要由传动装置、圆盘、主轴系统、机座、刮刀系统等部分组成,其结构组成为转动心轴结构,造球机圆盘支承在主轴上,主轴靠前端两支点铰接于设备底座的支承轴上,主轴箱的末端通过倾角调整器于底座相连,圆

盘调整装置位于机座上与底座连接，电动机、行星齿轮减速机、小齿轮位于同一直线上，安装在机座上，其中小齿轮安装在行星齿轮减速机轴上，与大齿轮相啮合，大齿轮位于主轴上，与支座、机座相连接，刮刀装置与支架连接位于机座上，圆盘与主轴、大齿轮连接成一体位于底座上。^[3]



图 1 圆盘造球机外观图

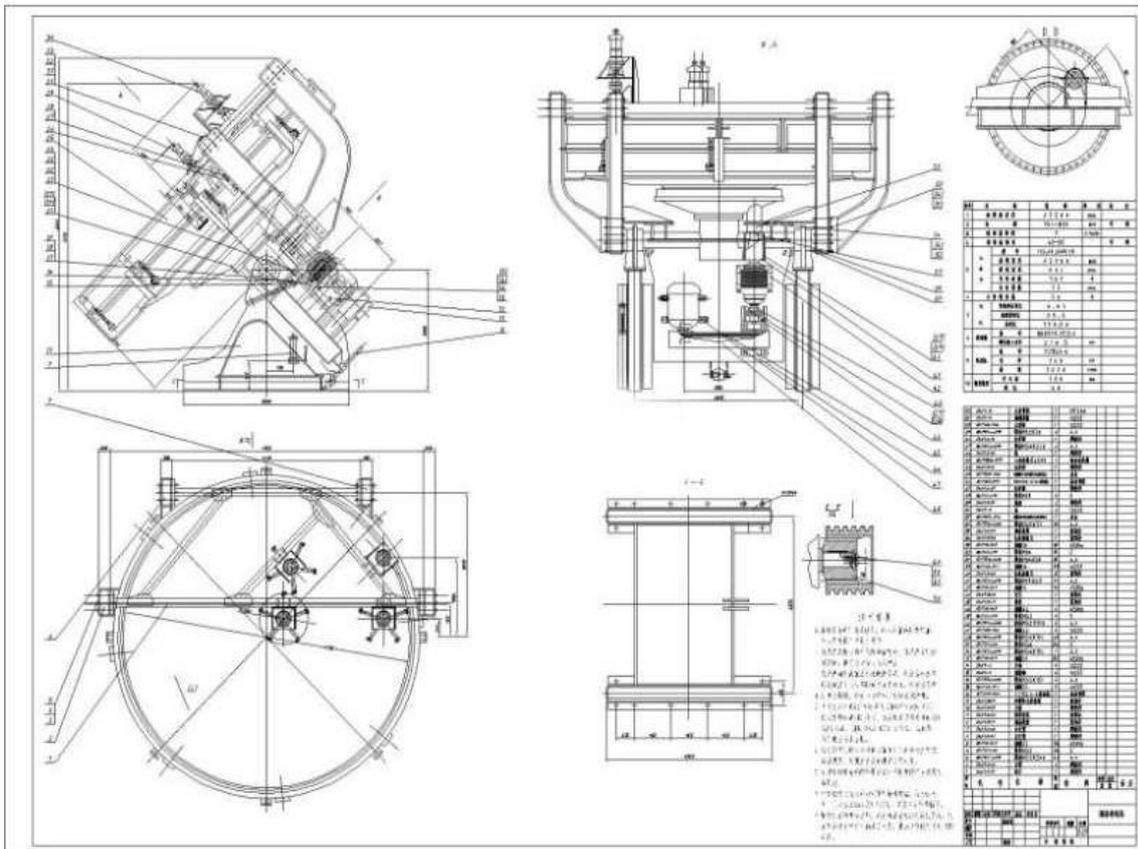


图 2 圆盘造球机构造图

1.2 圆盘造球机的工作原理

由矿粉、粘结剂、添加剂等原料按照一定比例混合而成的物料经给料机进入圆盘造球机，与通过给水管加入的水混合后，借由圆盘造球机圆盘的转动来进行滚动，逐渐形成各种粒度的生球。为了便于料球的运动、分级后顺利排出合格的生球，圆盘在安装时通常会有 $45^\circ \sim 50^\circ$ 的倾斜角，也可以在规定的范围内任意调节。不同直径的料球在旋转过程中运行的轨迹不同，大颗粒的料球位于表面和圆盘的边缘，当给料量大于圆盘的填充量时，直径条件达标生球便自动从圆盘造球机的圆盘中排出，被设计用来收集合格生球的机构收集起来。^{[3][9]}

2 圆盘造球机刮刀系统常见问题及产生原因

2.1 固定刮刀系统的常见问题及产生原因

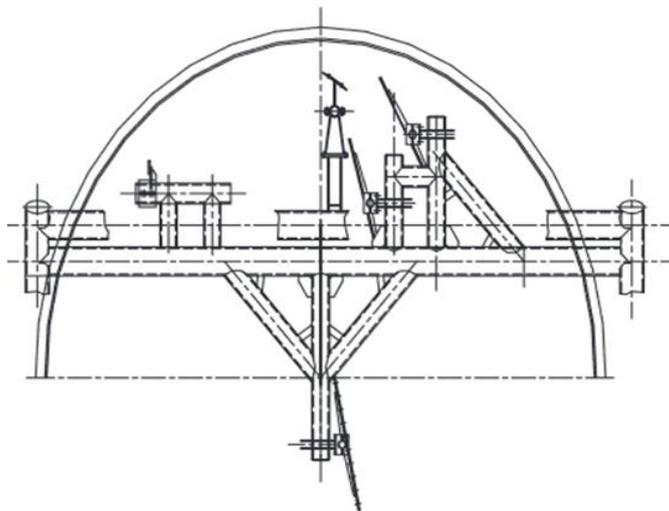


图3 固定刮刀结构

2.1.1 刮刀磨损严重，需要经常更换

在进行造球工作时，固定刮刀时刻都与造球机圆盘中的物料保持线接触的状态，所受到的压强较大，磨损较严重。且工厂中的造球机多数长时间处于工作状态中，没有足够的时间对刮刀系统的刀具进行保养和维护，因而对于刮刀系统的刮刀只能采取破损后更换的处理方式，据统计，圆盘造球机的刮刀往往每四个月就要更换一次。这种情况会造成大量的资费消耗，同时，刮刀的频繁更换也会令同一台圆盘造球机生产出的球团的各项性能始终处于一个波动的范围，不利于以球团矿为原料的金属冶炼工艺的进行。^{[3][8]}

2.1.2 成球率低，成球质量差

(1) 固定刮刀在横梁上固定不动，当其从刮下圆盘壁上刮下的物料往往呈现块状，而非粉状。当其在次进入物料堆中作为造球的原料时，会造成圆盘造球机圆盘中物料的粒度不均匀。原料均匀度的高低对于生产球团矿时的成球率及生球质量有很大关联，均匀度越低，造球机的成球率越低，造出的球团矿强度性能越差。^[3]

(2) 固定刮刀由中心刮刀、二刀、三刀、边刀四组刮刀组成，其中中心刮刀、二刀、三刀与圆盘底呈线接触，受到的磨损较严重，当对圆盘内壁上的炉料进行刮去处理时，不同位置之间会出现高度差及炉料均匀度差异，造成在造球过程中，圆盘中初步生成的球团并非在圆盘中滚动，而是不断的跳动，在此过程中，不断地与圆盘发生碰撞，这种情况往往会令球团内部出现大量的缝隙，令生产出的球团数量减少，且成球的质量会出现明显的减弱，且会对金属冶炼具有极大的负面影响。

2.1.3 造球机运作的电耗量较大

在装配固定刮刀系统的造球机进行工作时，刮刀始终与圆盘造球机的圆盘内壁处于接触状态，两者之间始终存在着较大的摩擦力。在这种情况下，要使圆盘造球机始终保持稳定的转速，必须耗费相较于圆盘造球机空转时更多的电能，且不好把控设置造球机时的输出功率，也会造成造球机运作时的不稳定。

在工厂中，圆盘造球机多是长时间连续工作，随着工作时间的延长，造球机运作时而外消耗的电量也会累计到一

个极大的数目。这种额外的耗电量也会为工厂带来大量的额外的资费消耗。^{[3][8]}

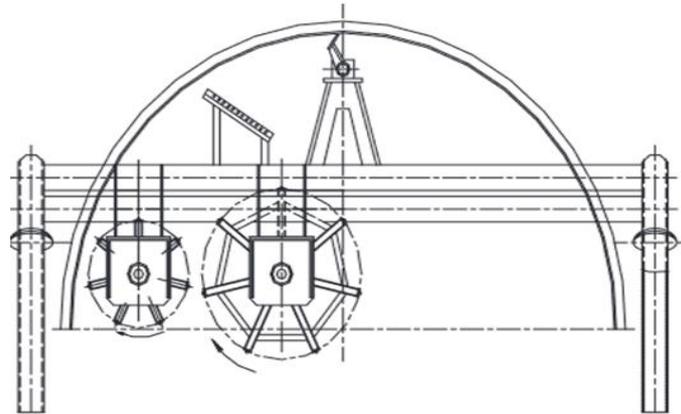


图4 旋转刮刀结构

2.2 旋转刮刀系统的常见问题及产生原因

2.2.1 球团质量差，单机产量低

使用旋转刮刀系统的圆盘造球机在进行造球工作时，经常会出现一种情况：在旋转刮刀系统对圆盘进行完一次刮料后，粘在圆盘内壁上的矿料无法全部刮下，且各位置余料的厚度不同，导致造球机盘底凹凸不平，致使生球在生成过程中并非滚动生成球团，而是呈跳跃式运动，这种情况导致了生球粒度大小分布不均匀，其中大块较多，且球团中往往夹杂了较多的粉尘。在这种条件下生产出来的往往抗压强度低，落下强度低，且单机球团矿日产量较少。

造成这种情况的原因有二。

(1) 圆盘造球机的圆盘转速与旋转刮刀系统的刮刀转速不匹配，旋转刮刀的运行轨迹并非最优。^{[1][2]}

最理想的轨迹应当是在某一时间点，各刮刀形成的轨迹刚好覆盖上整个盘面，各轨迹线边缘紧密相连且不重合。在不能达到这种最优刮刀运行轨迹的情况下，圆盘上的某些部分沾染的矿粉无法被刮下，造成圆盘造球机内壁凹凸不平，最终导致了球团质量差，单机产量低。

(2) 对边刮刀的设计及安装位置不合理，在球团生产的过程中，无法保证料球合理分布。

由于边刮刀的设计和安装位置上的缺陷，圆盘中的物料在盘面上不能实现按粒度自动分级，矿料在旋转的圆盘中不呈滚动状态，而是呈滑落或崩落状态，不能有效成球，令单机球团的产量较低，即便成了球吧，也会因矿料粒度的差异较大，令生产出的球团矿抗压强度及落下强度较低。^{[5][7]}

2.2.2 底刮刀驱动系统故障频繁

在多数生产球团矿的企业中，球团生产需求量大，圆盘中有大量的物料，旋转底刮刀往往超负荷运行，常造成弹性柱销联轴器介质磨损断裂、减速机壳体溃裂、电机烧损。由于驱动系统安装的位置有极大的限制，更换驱动系统联轴器介质费时费力。据统计，圆盘造球机自运行至进行改造的六个月内，六台圆盘造球机有三台机器发生电机烧损，五台机器出现减速机壳体溃裂的情况，联轴器介质更换十八次，球团产量降低了约20%，这些情况的出现严重地制约了设备稳定运行能力，降低了单台机器生球的日产量及产出球团矿的抗压强度和落下强度。^{[5][12]}

2.2.3 刮刀棒磨损严重，维护成本高

在圆盘造球机中，刮刀棒时刻与物料接触，并在机器运转时，两者之间不断产生摩擦，这种运作方式之下，极易在刮刀棒上造成磨损，往往两次更换刮刀棒之间的时间间隔较短，若是要对刮刀棒进行维护工作，进行维护工作的周期往往较短，或是单次维护工作的时间较长。然而，工厂中的造球机多数是长时间工作，且刮刀多使用特殊材质制作，进行维护工作较困难，花销较大，维护成本较高。^[5]

3 刮刀系统的措施

3.1 固定刮刀系统的改进措施

3.1.1 更换刮刀刀头的材质

对于造球机的刮刀系统的刮刀磨损严重的情况，最简单的处理方法是：更换其他材质的刮刀刀头。

不同材质的刮刀各方面的性能有一定的差异，面对刮刀系统的刮刀磨损情况严重，可以选择材质耐磨的刮刀来取代原有的刮刀，以解决刮刀系统维护及替换刮刀频繁带来的资费耗费及成本消耗。

目前多数工厂选用耐磨合金陶瓷刀头，这种刀头的耐磨性较好，可以在较长时间内保证刮刀的形状的正常，从而保证盘底的有效清理，使盘底能够长时间保持平整。^{[3][6]}

3.1.2 改变固定刮刀系统的安装方式

在安装刮刀系统时，将刮刀系统的刀架与圆盘盘底安装为平行状态，确保刮刀系统的各柄刮刀均能同等机会地与圆盘进行接触，令刮刀系统的各刮刀尽可能保持相同程度的磨损程度，便于对刮刀维护或更换时，各刮刀能同步进行，令刮刀在对物料进行刮取时，尽可能保证圆盘内不会出现明显的凹凸不平的情况，避免造球过程中生球团在圆盘中不断地弹跳碰撞，降低了球团的质量及性能。^{[3][6]}

3.1.3 改用旋转刮刀系统

旋转刮刀系统包含了两组旋转刮刀，每组刮刀都装配有一台摆线直联减速机，通过支承架固定在圆盘造球机的横梁上。安装有刮刀的刮刀盘通过联轴器与减速机相连，随着电机运作，刮刀随刮刀盘做圆周旋转。这样，原来刮刀与盘底间在进行相对运动时，两者之间为点接触，彼此之间的摩擦力较小，带给圆盘的阻力也就较小，从而减小了极其运转时由于摩擦阻力的存在而产生的额外的电能消耗的总量。^{[3][6][14]}

3.2 旋转刮刀系统的改进措施

3.2.1 改进刮刀的运动轨迹

若旋转刮刀的运动轨迹不为最优运行轨迹，则无法完全将站在造球机圆盘内壁上的物料全部刮掉，造成造球机圆盘底的凹凸不平。要应对这种情况，需对旋转刮刀系统的各速度进行调整，以是旋转刮刀的运行轨迹达到最优。

对旋转刮刀的运行轨迹进行优化时，应先用计数器对大量圆盘造球机的实际转速进行计数，然后将计数器采集的结果输入计算机，用专用的仿真软件对圆盘造球机的各转速进行优化，从而获得旋转刮刀系统实现最佳刮刀运行轨迹时的造球机速度参数，再将优化结果输出到圆盘造球机的程序中，从而调整圆盘造球机旋转刮刀系统的运行状况，令旋转刮刀的运行轨迹达到最佳状态。^{[1][2][4][11]}

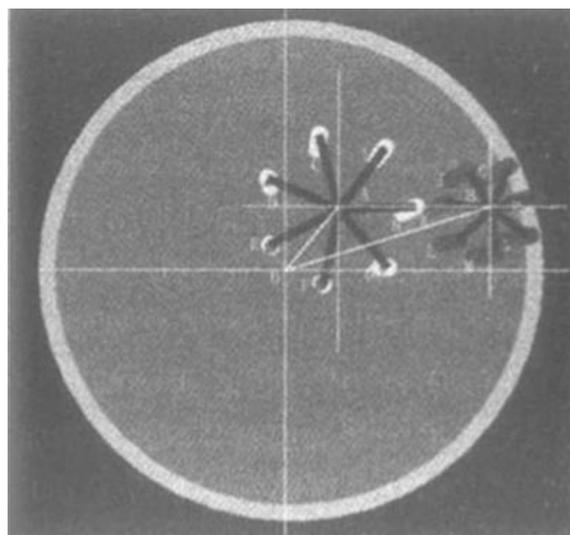


图5 模拟仿真圆盘模型

3.2.2 拆除旋转边刮刀，在合理位置增加安装固定顶刮刀

拆除无法对刮下的物料进行自动分级的旋转边刮刀，在造球盘边的合适位置加装一固定顶刮刀，且令固定刮刀的底沿与球盘盘面之间保持一适当的距离。

球团在垂直于盘面的方向上能够自动产生分级，粒度小或未成球的物料，其运动轨迹贴近盘底或远离盘边；粒度小的球则会贴近盘底运动，在滚动过程中，球径持续增大；球径达到要求的球团，则会从盘边自行排出。生产实践表

明,用改造后的球盘造球,盘面物料滚动状态活跃,自动控制分级效果明显,生产过程更连续、稳定,生球粒度均匀性和强度也均有所提高。^{[5][11]}

3.2.3 根据圆盘造球机的各项系数选择合适型号的驱动系统

对于圆盘造球机的旋转刮刀系统的底刮刀驱动系统故障频发,原因在于所用的驱动装置的各项性能与圆盘造球机的需求之间有一定的差异,双方之间的差异导致了造球机各部分之间不能协调,导致了造球机的故障频发。

面对这种情况,我们应当重新校核主驱动系统和旋转刮刀驱动系统的安全系数,以确保各种联轴器传递力矩数据及各种参数都能满足机器运转的需求。

例如:旋转底刮刀驱动系统,更换弹性柱销联轴器为蛇形弹簧联轴器;在原有电动机减速机的基础上,保证安装尺寸不变的前提下,提高减速比,降低转速,增大输出转矩。这些措施都能有效地避免底刮刀驱动系统故障的频繁发生。^{[5][10][15]}

3.2.4 使用特殊材质的刮刀棒

要防止旋转刮刀系统的刮刀棒磨损严重的问题,我们可以通过使用特殊材质的刮刀棒来避免这一问题。

目前,大多数工厂选用工业陶瓷与金属结合的复合材料制作的刮刀棒。这种刮刀由刀基、刀头、耐磨陶瓷磨块三部分组成,刀头与刀基为一体结构,在刀头处设有4个均匀分布的凹槽,在凹槽内镶嵌耐磨陶瓷磨块,陶瓷磨块为氧化锆耐磨陶瓷。在刀基和刀头的外部全部或部分设有保护套管。改造后,增强了造球效率、延长了旋转刮刀使用寿命,单个刀头使用周期超过6个月。并且不易发生陶瓷块松动及脱落现象,大大延长了刮刀棒的使用寿命。^{[5][13]}

4 总结

(1)在运用圆盘造球机进行球团矿生产时,刮刀系统是造球机的各结构中对生产出的球团的性能影响最大的结构。

(2)刮刀系统分为固定刮刀系统和旋转刮刀系统两种,其中固定刮刀系统出现较早。

(3)固定刮刀系统和旋转刮刀系统,具有各自的缺点,受限于现有的技术条件,要将这些缺陷全部避免的方式并不存在,厂家只能根据实际情况需求选择最适合自己厂家机器的改进措施。

(4)固定刮刀系统和旋转刮刀系统可以同时使用,可以同时借助双方的优势,以生产出具有优异性能的球团矿。

[参考文献]

- [1]王新继,王昌华,徐春燕等.圆盘造球机旋转刮刀参数的仿真优化[J].烧结球团,2007,32(5):11-14.
- [2]邱坤,宋志明,白明华.圆盘造球机转动刮刀的轨迹方程及轨迹分析[J].重型机械,2008,11(3):48-51.
- [3]崔颖,王晓生,孙玉东.圆盘造球机刮刀系统改造[J].中国新技术新产品,2015,13(11):66-66.
- [4]冷渊.圆盘造球机旋转刮刀优化控制系统[D].湖北:武汉科技大学,2012.
- [5]葛勤宪,万付建,高志强等.莱钢圆盘造球机系统故障分析及改造[J].山东冶金,2013,7(6):66-68.
- [6]邱杰敏.圆盘造球机旋转刮刀的优化设计[J].有色设备,2020,7(2):53-56.
- [7]彭志坚.改进圆盘造球机工艺性能的研究[J].钢铁研究,2002,30(3):4-6.
- [8]姜军辉,王子鸣.本钢南芬球团厂 $\phi 6000\text{mm}$ 圆盘造球机刮刀改造[J].烧结球团,2011,36(6):38-40.
- [9]于大鹤.圆盘造球机的结构[J].建筑工程技术与设计,2014,11(18):1154-1164.
- [10]胡振焱,祁士明,曹志刚等.造球机刮刀装置改造研究[J].设备管理与维修,2015,6(12):49-50.
- [11]邱坤,白明华. $\phi 7.5\text{m}$ 圆盘造球机电动底刮刀的设计及轨迹模拟[J].起重运输机械,2009,12(6):70-71.
- [12]刘卫民.成球机底刮刀改造[J].四川水泥,2009,8(6):30-31.
- [13]郑东梅.圆盘造球机优化设计[J].科技信息,2008,11(29):432-433.
- [14]姜军辉,王子鸣.本钢南芬球团厂 $\phi 6000\text{mm}$ 圆盘造球机旋转刮刀改造[J].本钢技术,2011,12(5):37-39.
- [15]胡振焱,祁士明,曹志刚,周小峰.造球机刮刀装置改造研究[J].设备管理与维修,2015,0(12).

作者简介:陈志远(2000-),男,山东德州,本科在读,昆明市五华区昆明理工大学。