

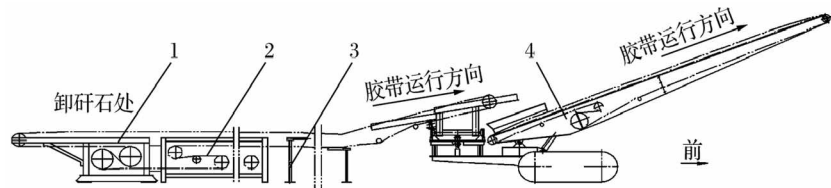
论文编号: 1001-3954(2006)11-0086-088

井下巷道矸石充填输送机的研制及应用

冯振忠

邢台矿业(集团)有限责任公司机械厂 河北邢台 054000

邢东矿井是河北金能公司新投产的现代化矿井,井田范围内村庄及工业广场压煤量占矿井总储量的82%。邢东矿井位于市区三环以内,根据环保企业的发展需求,解决矸石排放问题成为摆在企业面前的一项重要课题。由于国内目前在井下矸石充填技术方面尚属空白,2003年2月,邢东矿井提出研制井下巷道矸石充填输送机的设计方案。井下巷道矸石充填输送机(图1)是一种利用煤矿现有的运输设备进行运输,且与之可靠配套,适应巷道的底板条件,在巷道的高度和宽度范围内可以调整,将矸石直接充填至采空巷道的专用设备。2003年12月矸石充填输送机开始在邢东矿井投入使用,截止到2006年底,共充填矸石3万 m^3 。该设备的研制及应用为井下矸石充填技术的研究提供了理论基础。



1. 650带式输送机机头受料部 2. 储带与自动张紧部 3. 650带式输送机机身 4. 自移充填部
图1 井下巷道矸石充填输送机

1 问题的提出及解决方法

1.1 如何实现矸石充满采空巷道断面

要实现矸石充满整个采空巷道,就要求矸石充填输送机具备上下左右摆动及自动调平调偏的功能,这样才能适应巷道的高度变化,且能在巷道的宽度范围内填满矸石。

表1为邢东矿井提供的主要设计参数。

1.1.1 抛射胶带(图2)结构形式的确定

(1) 抛射胶带长度的确定 根据设计要求,抛射胶带前端要求达到的最大高度为4m,粒度为150mm的矸石向上升运时不发生滚动的最大角度为 16° ,同时考虑行走底盘和回转工作台的高度尺寸,可确定抛

射胶带两改向滚筒的中心距为8300mm。并且这一尺寸能够满足抛射胶带左右回转摆动时,抛射端摆动宽度达到4.5m的要求。

(2) 抛射胶带带速和充填步距的确定 按抛射胶带向上倾角 16° ,带速2.5m/s,不考虑空气阻力,可计算出抛物线从抛出点、经最高点、到落到与抛出点

(上接第85页) 11 啮合—齿轮14、13—轴4—摩擦离合片6 啮合(防止反转打滑)—ONE WAY BRAKE 输出轴7 输出。在此过程中,楔块式单向离合器15、17处于自由状态,不起任何作用。如果出现滚筒反转打滑,由于单向离合器17起传递力矩作用,而摩擦片6又处于啮合状态,所以无法反转,起到保护作用。

3.2 松绳过程

在松绳过程中,摩擦离合片11、6打开,输出端ONE WAY BRAKE 反向输出,具体过程如下。

在图3所示的工作原理图中,虚线箭头表示的松绳过程,由电动机1输入,经过联轴器2,通过输入轴3—齿轮8、9—摩擦离合片11打开—齿轮9、12—齿轮16、5—摩擦离合片6打开—ONE WAY BRAKE 输出轴7 输出。在此过程中,楔块式单向离合器15、17起花键作用,传递转动转矩,但摩擦片6打开,所以输出轴7可以反向输出。

经过以上分析,根据箭头方向,我们发现,无论在紧绳过程还是在松绳过程中,电机的输出轴方向,

即输入轴3、油泵10的转动轴的转向均保持不变,也就是说,在电机转向、油泵进出液口不变的情况下,实现了紧绳、松绳两种功能,同时也实现了防止滚筒在钢丝绳张力太大的情况下出现反转的现象,其关键是在两处使用了楔块式单向离合器15、17,这样充分体现了楔块式单向离合器的好处,既可以实现某些特定的功能,又使设备结构紧凑,自动化程度高,使用方便可靠。

4 结束语

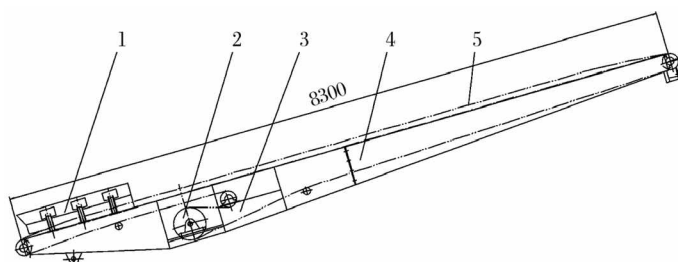
以上介绍了楔块式单向离合器的结构和工作原理,最后分析了它在ACE带式输送机APW绞车减速器中的应用,充分体现了它的优越性。如果在以后的机械设计当中运用得当,可以收到非常好的效果。本文实际起一种抛砖引玉的作用,希望以后能对广大机械设计工作者有所启迪。

(收稿日期:2006-03-21)

(修改稿日期:2006-08-18)

表 1

| 矸石输送量 (t/h) | 巷道高度范围 (m) | 巷道宽度 (m) | 液压系统工作压力 (MPa) | 矸石粒度 (mm) |
|-------------|------------|----------|----------------|-----------|
| 100 | 2.8~4.0 | 4.5 | 6 | 150 |



1. 导料槽 2. 电动滚筒 3. 后架 4. 前架 5. 输送带
图 2 抛射胶带

同样高度时向前抛出的水平距离为 0.338 m, 向上抛起的最大高度为 0.024 m; 在物料向前抛出 0.5 m 时, 物料比抛出点降低了 0.069 m; 在物料向前抛出 1 m 时, 物料比抛出点降低了 0.56 m。可见, 如果选 0.5 m 作为一个充填步距, 用 2.5 m/s 的速度抛填, 物料堆顶部将会形成波状起伏: 波峰比抛出点高 0.024 m, 而波谷比抛出点低 0.069 m。当然, 如果胶带带速越高, 抛物线的抛射距离就越远, 效果就越理想。但从带速、带宽与胶带跑偏的关系考虑, 当胶带速度一定, 带宽越窄越易跑偏; 当带宽一定, 带速越高, 则胶带越易跑偏; 因 650 带式输送机带宽较窄, 所以胶带速度不宜过高。因此最后确定抛射胶带的带速为 2.5 m/s。相对于这一抛射速度, 确定自移充填部的一个充填步距为 0.5 m。

(3) 抛射胶带电滚筒功率的确定 电滚筒与外驱动装置相比具有重量轻、体积小、性能可靠、维修方便等优点, 因此抛射胶带采用电滚筒作为驱动滚筒。根据抛射胶带两改向滚筒中心距的水平投影长度 L , 胶带宽度 B , 矸石提升最大高度 H , 滚筒表面线速度 v , 胶带输送量 Q , 利用公式计算电滚筒功率 P_A 。

$$P_A = 0.36(40+L)(B-300)v / 10\,000 + (40+L)Q / 1\,000 + 0.002\,73 QH = 2.797\,5\text{ kW}$$

由于包胶滚筒的传动总效率 h 为 89%, 因此电机功率 $P = P_A / h = 3.143\text{ kW}$ 。

根据电滚筒功率选用的修正原则: 每天连续工作超过 8 h, 功率需提高一档; 包胶滚筒, 功率需提高一档; 频繁启动, 功率需提高一档; 最后确定电滚筒功率为 7.5 kW。

1.1.2 回转工作台结构形式的确定

由于抛射胶带要安装在行走底盘上, 并要实现高度调整和水平的回转摆动, 因此, 必须设计一个能联接抛射胶带和行走底盘且具有两个自由度的回转工作台。回转工作台 (图 3) 由台面、底座、内圈、上下外圈及上下两排直径为 22 mm 的钢球组成。台面的上耳座与抛射胶带的支点销接在一起, 台面的前耳座联接抛射胶带的调平千斤顶的下端。这样, 当调平千斤顶工作时, 抛射胶带就会绕台面上耳座的联接销旋转, 实现抛射胶带的高度调整。台面上还设有联接回转千斤顶的立轴, 回转千斤顶一端联接这一立轴, 一端联接行走底盘, 当回转千斤顶工作时, 就会驱动台面及外圈绕底座旋转, 从而带动抛射胶带实现绕行走

底盘的左右回转摆动。

1.1.3 调平装置结构形式的确定

调平装置 (图

4) 由调平架和调平千斤顶组成。调平架的下面沿纵向对称中心线设置两个耳座, 与底架总成上的两个耳座用销轴联接, 在纵

向对称中心线的右侧设置另一个耳座, 用以联接调平千斤顶的上端。这样, 当调平千斤顶工作时, 调平架就能相对于底架总成调整其水平。调平机构的上面沿横向对称中心线设置前后相对的两个轨道, 供调偏架的轮子左右行走。

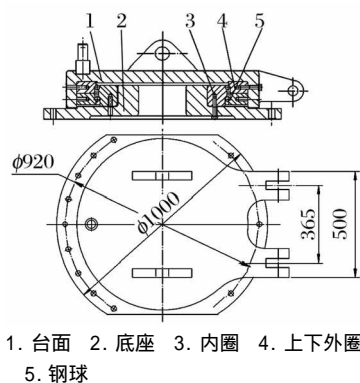
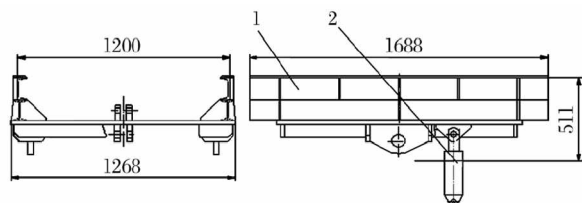


图 3 回转工作台



1. 调平架 2. 调平千斤顶

图 4 调平装置

1.1.4 调偏机构结构形式的确定

调偏机构

(图 5) 由调偏架、调偏千斤顶、电磁阀、防跑偏开关等组成。

调偏架底部的前后两侧分别设有两个支撑轮和两个水平轮支撑于调平架上的轨道内。调偏千斤顶一端联接调偏架, 一端联接调平架。

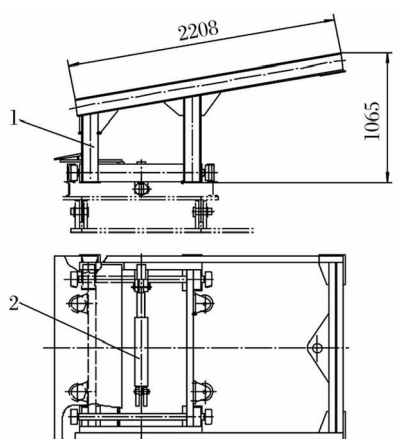
当胶带跑偏

时, 跑偏的胶带就会挤压防跑偏开关, 防跑偏开关控制电磁阀, 电磁阀控制调偏千斤顶伸缩, 从而实现调偏架的调偏动作。

1.2 如何实现矸石充满整条采空巷道

矸石充填输送机的充填部必须具备行走及转向的功能, 以便当矸石填满前面的巷道后, 充填部能够向后退移到一个新的工作位置继续充填。

我们采用侧卸式装岩机的行走底盘作为充填部的行走底盘, 实现矸石充填输送机行走功能, 并对原行走底盘进行了必要的改造:



1. 调偏架 2. 调偏千斤顶

图 5 调偏机构

(1) 将原来的杆件传动制动转向装置改为液压传动制动转向装置, 既方便动力传递, 又实现了操作的集中控制;

(2) 在液压制动转向装置的设计中, 合理地布置了行走电机的联动开关, 使行走电机在制动前就能被及时切断电路, 从而可以防止行走电机在制动状态下工作, 避免因此造成烧毁电机的故障发生。在自移充填部正常工作时, 左右制动手柄同时处于制动状态, 两侧行走电机电路均被切断; 当自移充填部需要行走时, 左右制动手柄同时处于松开状态, 两侧行走电机电路同时被接通, 点动前进和后退按钮, 自移充填部实现前后行走。如果自移充填部需要转向, 操纵相应制动手柄处于制动状态, 另一侧制动手柄处于松开状态, 点动行走电机的前进或后退按钮, 则自移充填部一侧行走电机工作, 另一侧行走电机断路, 即可实现转向功能。

1.3 矸石充填输送机的配套性

矸石充填输送机的充填部与煤矿现有的胶带运输设备要有良好的配套性, 同时要求充填部退移后, 通过操作专用的装置, 快速张紧松弛的胶带, 使输送设备迅速恢复工作状态。

1.3.1 充填部与胶带运输设备的配套

在设计中, 我们采用 DSP1010/ 650 带式输送机作为矸石的运输设备。因此, 解决充填部与该带式输送机的可靠配套问题成为设计的关键。

由于 DSP1010/ 650 带式输送机机头较重, 与充填部配套时, 不便与充填部一同退移。因此我们采用带式输送机以倒拉的形式与充填部配套。即将 DSP1010/ 650 带式输送机机头布置在巷道入口处的矸石仓下, 作为固定不动的受料端, 在矸石充填输送机自移充填部上设计一个卸载滚筒, 此卸载滚筒代替带式输送机的机尾。这样, 充填部就与 DSP1010/ 650 带式输送机形成了一个整体, 当机头滚筒逆向运行时, 矸石就会被带式输送机从巷道口部运送到位于巷道端头的充填部上, 再经过抛射胶带, 然后充填到采空的巷道内。但要实现这一整体的可靠运行, 就必须解决充填部退移后, 如何使卸载滚筒与带式输送机原有的运行方向保持一致的问题, 同时必须解决带式输送机中间架的拆卸问题。

为了解决充填部退移后 DSP1010/ 650 带式输送机胶带的跑偏问题, 在设计时, 我们考虑了自动调向功能。采用铰接结构, 使卸载滚筒的运行方向始终与 DSP1010/ 650 带式输送机输送胶带的牵引方向一致。这样, 在充填部退移后, 即便因行走原因偏离了方向、偏移了距离, 或充填部处在了不平的位置, 自动调整装置都能及时作出调整, 使卸载滚筒始终处于正常运转状态。

针对带式输送机中间架的拆卸问题, 我们确定让带式输送机的胶带从最后一个标准 H 架起, 在不超过 2 m 的距离内, 直接过渡到卸载滚筒, 在最后端的中间架内安装一个压辊 H 架, 以使逆向运行的下胶带在间隙衔接的过渡段不与上托辊发生干涉。当自移充填部退移 2 m 后, 拆除离自移充填部最近的中间架上的一个上托辊, 并将压辊 H 架向后移动 2 m。当自移充填部退移完 4 m 后, 拆除一段中间架, 这样带式输送机中间架的拆卸问题就解决了。

1.3.2 胶带张紧装置的确定

胶带张紧装置采用可伸缩带式输送机自动张紧结构形式, 整个装置由液压泵站、张紧油缸、慢速绞车、隔爆电控箱、蓄能站及附件等组成。其工作原理为: 当自移充填部退移后, 胶带出现了松弛, 拉力随之降低, 这时, 张紧油缸与胶带之间的拉力失去了平衡, 在泵站和蓄能站的共同作用下, 张紧油缸就迅速收缩, 拉动游动小车移动, 直到自动将胶带重新张紧到设定的拉力状态。当自移充填部向后移动 4 m 后, 张紧油缸缩到最短位置, 这时, 固定游动小车, 开动慢速绞车, 将张紧油缸拉回到初始位置。

2 应用及效果

井下巷

道矸石充填输送机于 2003 年 12 月开始在邢东矿井投入使用, 截止到 2006 年底, 共充填巷道 2 180 m, 充填巷道总体积 31 380

表 2 m m

| 日期 | 充填剩余空隙 (高度) | | | | | | | 平均 |
|--------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|
| 10月14日 | 112 | 281 | 123 | 144 | 101 | 89 | | 142 |
| 10月16日 | 151 | 100 | 201 | 54 | 207 | 132 | | 141 |
| 10月18日 | 271 | 101 | 139 | 192 | 103 | 94 | | 133 |
| 10月20日 | 152 | 150 | 80 | 104 | 57 | 130 | | 112 |
| 10月22日 | 137 | 151 | 41 | 147 | 91 | 87 | | 125 |
| 10月24日 | 136 | 81 | 196 | 149 | 131 | 98 | | 123 |
| 10月26日 | 330 | 132 | 21 | 121 | 191 | 129 | | 154 |
| 总平均 | | | | | | | | 130 |

m^3 , 实际充填体积 30 120 m^3 , 充填率达 96%。表 2 为 2004 年某填充巷空隙的观测记录 (该充填巷实测平均断面 14.39 m^3 , 实测自然堆积角 $36^\circ \sim 42^\circ$, 松散密度 1.67 t/m^3 , 松散系数值为 1.45, 原岩密度 2.3 t/m^3)。

通过工业性试验, 确认该矸石充填输送机各项性能均达到了设计要求。

3 结语

两年多的工业性试验证明, 该井下巷道矸石充填输送机具有以下特点:

(1) 自行研制的自移充填部, 可实现受料、抛射及摆动功能, 操作上全部采用液压和电器控制;

(2) 自移充填部与可伸缩带式输送机配套使用, 组成井下巷道矸石充填输送机;

(3) 整机操纵方便、自动化程度高、性能可靠。

该输送机为国内首台利用可伸缩带式输送机作为输送设备, 将矸石直接抛填到采空巷道的专用设备, 其研制成功填补了我国井下巷道矸石充填技术的一项空白, 在技术上有创新, 达到了国内领先水平。井下巷道矸石充填输送机的成功研制和应用实现了煤矿井下处理矸石, 不建矸石山, 在建筑物下利用矸石充填采空的巷道, 提高煤炭回收率, 经济效益显著, 对建设绿色、环保矿山具有重大意义。

参考文献

- 徐扬光. 设备综合工程学概论. 北京: 国防工业出版社, 1988.

(收稿日期: 2006-03-21)

(修改稿日期: 2006-09-06)

The paper mainly introduces the transducer velocity regulation technique is applied to innovate the short-circuit resistance regulation method of the crane in the mine workshop, so as to improve the performance of the crane. It also gives key introduction to the innovation segment and feasibility. 【Descriptors】 Crane Innovation Transducer Variable-frequency velocity regulation

Geometrical Character of the Equivalent Torsion Stiffness of the Hydraulic Steering Device in the Articulated Vehicle.....

.....LIU Gang et al.(53-54)
The paper studies the change of the equivalent torsion spring stiffness of the hydraulic steering device in the articulated vehicle as the geometrical layout of the hinge of the oil cylinder in the steering device alters, discusses how to improve the equivalent torsion stiffness and gets some conclusion. 【Descriptors】 Hydraulic steering structure Equivalent torsion stiffness Geometry

Design and Manufacture of a New Type of the Horizontal Equipment by which the Coal Slurry is Fed from the Side of the Furnace

.....WANG QianXing et al.(60-62)
The paper introduces a new type of the horizontal equipment by which the coal slurry is fed from the side of the furnace. Blasting and feeding structure is applied to be horizontally installed around the middle part of the vertical wall of the furnace hearth. Under the action of the centrifugal force produced from the high-velocity rotation transmission shaft, the dense coal slurry column looses in the equipment and is not easy to coke in the furnace hearth. The equipment processes the low requirement towards the granularity of the coal slurry and the atomization properties, and its energy consumption is low, and which integrates the function of feeding, blasting and pipeline switch. 【Descriptors】 Pipeline transmission technique Coal slurry Feeding in the front of the furnace

Hoists & Winches

Simulation Study to the Model of the Horizontal Vibration Malfunction in the Hoisting Slotted Guide....

.....LI ZhanFang et al.(65-66)
According to the movement circumstance of the cage in the slotted guide, the paper finds the bi-freedom horizontal vibration model for the cage. On the basis of the analysis to the common defect form of the slotted guide, it applies the defect to act as the excitement to get the response of the vibration model by simulation, puts forward the corresponding response while the hoisting slotted guide is during the acceleration stage and uniform velocity stage, which offers a reference thinking for accurately inspecting the malfunction of the slotted guide. 【Descriptors】 Hoist slotted guide Vibration malfunction Simulation

Analysis to the Crack on the Gear of the Reducer in the Mine Hoist.....

.....WANG BeiLei et al.(67-68)
By the macroscopical and microcosmic analysis and the hardness inspection, the paper analyses the early cracking cause of 2th gear of the reducer in the mine winch. The result shows that the cracking of the gear is fatigue cracking. That the bad material and low hardness of the tooth surface result in the decrease of the fatigue resistance of the material mainly cause the fatigue cracking of the gear. 【Descriptors】 Hoist Winch Reducer gear Fatigue cracking Invalidation analysis

Analysis to the Factors that Influence the Reliability of the Plate Brake.....

.....LU BingWei et al.(76-77)
Combining the spot actual testing and employment circumstance, and according to the current common malfunction and the hidden trouble in the plate braking system of the hoist, the paper analyses the plate braking system on the theoretical reliability and spot reliability. The result benefits the spot technician to master the reliability law of the plate braking system, reinforce the maintenance of the equipment, make out the measures and eliminate the hidden trouble. 【Descriptors】 Plate braking system Hydraulic station Theoretical reliability Practical reliability

Continuous Conveyors

Design and Realization to the Anti-Crack Detection Alarming System for the Joint of the High-Intensity Conveyor Belt.....

.....JIANG Mei et al.(78-80)

The paper narrates the structure and the working principle of the anti-crack detection alarming system for the joint of the high-intensity conveyor belt, offers the design to the software and hardware for the real-time detection. The system processes the particular technique, high sensitivity, strong anti-disturbance ability, reliable operation and convenient employment and maintenance. 【Descriptors】 Conveyor Joint of the conveyor belt Crack Detection alarming system

Application of the Wedgy Unilateral Clutch in the Imported Belt Conveyor.....

.....WANG JianJun(85-86)
By introduction to the working principle of the tension winch for ACE belt conveyor, the paper emphatically analyses the skillful application of the wedgy unilateral clutch in the mechanical transmission, which not realizes certain special function and simplifies the structure of the equipment, but decreases the volume and weight. 【Descriptors】 Wedgy unilateral clutch ACE belt conveyor Tension winch

Development and Application of the Conveyor for Filling the Gangue in the Laneway of the Silo.....

.....FENG ZhenZhong(86-88)
The paper introduces how to resolve the several key problems existing in the development of the conveyor for filling the gangue in the laneway of the silo, and narrates the characteristic and popularizing prospect of the conveyor combining the practical application. 【Descriptors】 Conveyor for filling the gangue Laneway of the silo Development Application

Common Techniques

Study to the Key Technique of the System for Integrating the Synthetical Business Info in the Coal Enterprise.....

.....XU ChangKai et al.(97-99)
The system for integrating the synthetical business info in the coal enterprise is the basic for realizing the safe production and scientific management in the coal enterprise. The paper constructs the system for integrating the synthetical business info in the coal enterprise on the basis of control network and enterprise intranet, resolves the key technique which is applied to engineering practice, realizes the high-est production automatization, information management and scientific decision-making in the group. 【Descriptors】 Info integration Seamless connection Data transmission Database

Design and Realization to the Parameterized Mechanical Design System

.....QIN RuMing(99-101)
The system is made up of the three application modules that are design and calculation, database management and automatic plotting module, which is developed by Visual Basic 6.0, Visual FoxPro 6.0 and Visual LISP individually, each module is operated on the platform of WINDOWS and AUTOCAD and automatic transfer the data mutually. It also emphatically introduces the key techniques for designing the system, which include the technique for designing the program port and designing the catalog structure of the system document, and offers a simple example. 【Descriptors】 Parameterized mechanical design Developing technique for application software

Test and Analysis to the Performance of the Mine-Used Air Compressor.....

.....WANG BaiHua(104-106)
By testing the performance of the mine-used air compressor, the paper analyses the influence of the exhaust pressure, exhaust temperature, pressure and temperature of the lubricant etc. to the efficiency of air feed and specific power, and indicates the cause and judgement for the decrease of performance of the air compressor and the counter-measures to be took. 【Descriptors】 Air compressor Testing data Operation analysis Performance judgement

Speciality Life

Initiates with the Discourse Composition to Improves the Synthetic Ability.....

.....ZHANG HongJun et al.(153-153)
The paper introduces the course during which the first discourse is composed to seventy pieces of discourse are published, tell the readers that the composition of the scientific discourse is actually not difficult, and the composition course is the process during which the various abilities such as composition, application for the software of the computer, English knowledge, speciality theory knowledge etc. improve generally. 【Descriptors】 Scientific discourse Comprehensive ability Improve