

Research and Development and Application of High Strength Anchor Cable Line Technology in Mine

Junxia Zhang Wenqiang Shang

Zibo Aike Mining Machinery Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255120, China

Abstract

With the continuous development of the coal industry, the safety and efficiency requirements of coal mining are getting higher and higher. As a new type of support technology, high strength anchor cable technology is of great significance in the development and application of coal enterprises. This paper will explore a new type of anchor line technology based on the current situation of coal mine units of Shandong Energy Group, so as to meet the needs of high intensity construction, fill in the production gap of Shandong Energy Group in this respect, in order to provide reference for the research in related fields. This paper introduces the analysis of the technical points of the high-strength anchor cable line, the control of the production process and the detection of the quality index. The company through the research and development of 82B high strength disk as raw materials of high strength anchor line, after multiple processes pull and share, and then through the stabilization treatment. This product has high breaking force, high tensile strength, and good elongation, good performance, safe and reliable, and has achieved good results in mine support application, road and bridge construction.

Keywords

high strength anchor cable; prestressed concrete steel strand; supporting technology

高强度锚索线技术在矿井中的研发应用

张军霞 尚文强

淄博爱科工矿机械有限公司, 中国 · 山东 淄博 255120

摘 要

随着煤炭行业的不断发展,对煤炭开采的安全性和效率要求越来越高。大规格、高强度锚索线技术作为一种新型的支护技术,在煤炭企业研发应用中具有重要意义。论文结合山东能源集团旗下煤矿单位现状,探索一种新型锚索线技术,以便适应高强度施工需要,填报山东能源集团在这方面的生产空白,以期对相关领域的研究提供参考。通过对高强度锚索线的技术要点分析、生产工艺流程控制及质量指标检测等内容介绍,阐述了该技术在煤矿生产中的应用前景。公司通过研发以 82B 高强度盘条为原材料的高强度锚索线,经过多道工序拉拔并合股后,再经稳定化处理而成。本产品破断力高,抗拉强度大,且伸长率较好,性能优良,安全可靠,在矿山支护应用、道路、桥梁施工中取得了良好的效果。

关键词

高强度锚索线; 预应力混凝土钢绞线; 支护技术

1 引言

锚索线(钢绞线)是由多根钢丝绞合构成的钢铁制品,中国预应力混凝土锚索线(钢绞线)技术发展于 20 世纪 50 年代,当时国内生产设备及工艺水平较落后,自动化程度低,为解决现代化建设与基础建筑材料匮乏的矛盾,中国于 1960 年代自主研发出强度 1500~1600MPa 级的预应力钢丝,标志着中国预应力混凝土锚索线(钢绞线)的正式诞生。1980 年代,中国引进了低松弛预应力钢绞线生产线,制造出了抗拉强度高、轻质化、安全性高的低松弛预应力钢绞线,

标志着中国预应力行业的重大产业升级,利用稳定化处理工艺代替了铅淬火热处理工艺,经稳定化处理后的钢材由松弛值降低到了 2.5% 以下。1990 年代至今,中国具备了较强的预应力钢绞线生产研发能力,预应力钢绞线产品已经达到了国际先进水平。近年来随着中国基础设施建设快速发展,对预应力钢绞线的需求日趋提高。在此基础上,公司决定研发应用大规格、高强度锚索线技术,以提高支护效果及煤炭开采的安全。

2 工程概况

山东能源集团旗下矿区单位地质条件复杂,近年来随着矿井逐步向深部开采,对顶板支护的要求越来越高,传统的支护技术难以满足安全生产的要求,同时对大规格、高强

【作者简介】张军霞(1977-),女,中国山东淄博人,从事项目管理研究。

度锚索线的需求也逐年增高,但在大规格、高强度锚索线的生产上目前许多煤炭企业仍属空白。

针对以上情况,公司决定结合当前市场发展的趋势和企业实际情况,研发应用大规格、高强度锚索线技术,以提高支护效果,保障煤炭开采的安全。目前公司研发的高强度锚索线以 82B 高强度盘条为原材料,经过多道工序拉拔并合股后,经稳定化处理而成。产品破断力高,抗拉强度大,且伸长率较好,性能优良,安全可靠,在矿山支护应用、道路、桥梁施工中取得了良好的效果。

3 技术要点分析

通过查阅资料、与多名钢绞线行业专家交流咨询,并积极与国内知名的钢材原料生产厂家和钢绞线(锚索线)生产厂家沟通交流,主要对高强度锚索线的指标参数进行了研究,最终得出影响钢绞线强度的主要生产指标在于抗拉强度和伸长率(面缩率),在钢绞线的生产过程中,在半成品钢丝拉拔过程中的拉拔道数和半成品钢丝的抗拉强度和折弯次数,以及在绞线捻股生产过程中稳定化处理的工艺参数等,针对以上指标,对生产前期的准备工作进行说明。

①生产设备的选取。

现有生产设备 LW9—1200 型拉丝生产线 2 套, SKIP-1×19 SKIP-1×19 型捻股机组 1 套, SDY-60 型自动双锻压对焊机一台, SDY-8 型自动双锻压对焊机一台, UNU-A01-8 型精密对焊机 2 台,保证各项指标达到标准要求。另外,生产车间还配备一台 7 吨叉车、5 台 5T 行车、旋转扎尖机、自动打包机等辅助设备。

②检测设备的选取。

针对高强度锚索线的主要性能监测,公司购买专用检测设备,用以检测检验钢绞线的原材、半成品及成品的性能参数。

③高强度原材选取。

因高强度锚索线的产品指标具有较高的破断力和抗拉强度,所以在原材料的选择上必须进行严格控制。需选取初始抗拉强度较高的原材,根据相关市场调研,与多家产品试验后,最终我们选择青岛特殊钢铁有限公司的 SWRH82B 型盘条作为主要原材料。

选取原因:其原材的初始抗拉强度大于 1200MPa,比一般原材的初始抗拉强度增加 200MPa 以上,产品性能稳定,同时因其增加了铬、镍等微量元素,具有较好的抗锈蚀功能,能够更好地提升原材的抗拉强度和伸长率(面缩率),为高强度锚索线的试生产和批量生产奠定了基础。

④生产人员培训管理。

公司配备具有十余年工作经验的钢绞线厂生产操作人员,经过严格系统的培训考核,确保每个操作人员熟练掌握锚索线(钢绞线)生产工艺,为本项目奠定良好基础。

4 生产工艺流程控制

公司制定了严格的生产工艺流程,对其中的主要工序进行精准控制,通过对不同规格钢绞线的反复生产试验,对钢绞线抗拉强度和伸长率的多次检测调试,最终确定了原材参数和拉丝工艺及捻股生产工艺。

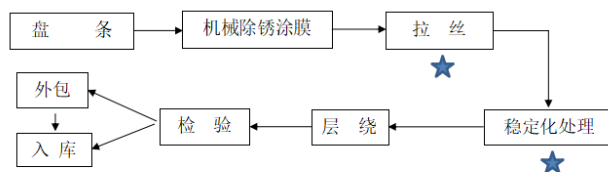
高强度锚索线产品经过多道工序拉拔并合股后经稳定化处理而成,其生产工艺流程包括盘条、拉丝、稳定化处理、层绕、检验、外包装及入库等步骤,流程如图 1 所示,现主要针对拉丝与稳定化处理两项主要生产工艺进行说明。

4.1 半成品钢丝的制作

首先在拉丝过程中,做好线径控制,并控制拉丝速度,确保本工艺高强度锚索线的半成品钢丝抗拉强度在 2000Mpa 以上;由于高强度锚索线性能指标中在保证高抗拉强度的同时还具有较好的伸长率,这对半成品钢丝的质量控制提出了较高的要求。以 1×19S-21.8 钢绞线产品为例,首先我们先从半成品钢丝的拉丝模具的设计和选型上进行反复试验确定不同半成品钢丝线径的参数和拉拔道数,然后根据做半成品钢丝的拉伸试验和折弯试验确定它的拉伸速度,从而达到满足高强度锚索线的性能指标。

4.2 稳定化处理

在锚索线的性能控制中,稳定化处理是最关键的一步,在稳定化处理过程中要通过工艺调整,将张力控制在 200~230kN,温度控制在 390℃~410℃,以便于有效控制高强度锚索线的力学性能和伸长率,使其比一般锚索线的抗拉强度标准提高了 5%,伸长率提高了 30%,大幅提升了钢绞线强度(见图 1)。



关键工序: ★

图 1 高强度锚索线生产工艺流程图

5 质量指标及效益分析

通过对锚索线生产过程的严格控制,公司进行了相应的试生产,现针对试生产产品质量进行验证。

5.1 质量指标检测

首先选取具有代表性的工作面进行现场试验,记录锚索线安装过程中的各项参数,如钻孔深度、安装力矩、张拉压力等;其次进行数据采集:在试验期间,定期采集锚索线的受力情况,如:破断力、屈服力、抗拉强度、伸长率等指标,以便后续分析;最后进行实验评估,根据采集的数据,对高强度锚索线技术的实际应用效果进行评估,验证其是否

能够提高支护效果及煤炭开采的安全性和效率。

通过对大规格、高强度锚索线的全面检测分析,各项指标均达到或优于标准要求。其中 1*19S-21.8 锚索线的破断力为 612KN,屈服力为 552KN,抗拉强度 1955MPa,伸长率为 6.5%; 1*19W-28.6 锚索线的破断力为 1013KN,屈服力为 913KN,抗拉强度 1905MPa,伸长率为 6.1%。

通过前面所做的工艺步骤及本厂检验性能试验情况,最后高强度锚索线研发成功,可以正式投入生产使用。

5.2 效益分析

产品正在推广中,经过测试验证,产品具有优良的施工性能,其抗拉强度高且有较高的伸长率韧性较好。随着市场需求的进一步扩大,销售前景会更好,按每年生产 12000 吨,每吨按照 7000 元,可实现年收入 $12000 \times 0.7 = 8400$ 万元,可直接给公司带来比较可观的经济效益。

随着矿井逐步向深部开采,桥梁、隧道建设新技术不断应用,锚索线市场需求正向大规格、高强度方向衍生,煤炭开采对顶板支护要求越来越高,对高强度锚索线的需求逐年增高,高强度锚索线的研发成功填补了山东能源集团大规格、高强度锚索线的生产空白。同时预计可实现年销售收入 8400 万元,利税 1000 万元,可安置职工 30 人,因此本技术的社会效益十分显著。

6 结论

大规格、高强度锚索线技术在煤炭企业的研发应用具有重要的实际意义。论文通过对高强度锚索线的技术要点分析、生产工艺流程控制及质量指标检测等内容介绍,阐述了该技术在煤矿生产中的应用前景。

公司通过实施行之有效的高强度锚索线,通过检测其各项指标均超过 GB/T 5224—2014《预应力混凝土用钢绞线》标准的要求。本技术中的高强度锚索线通过选用高强度的 82B 盘条原材,保障初始抗拉强度在 1250MPa 以上,同时含有铬、镍等微量元素,可有效提高锚索线的抗拉强度和伸长率。在拉丝过程中,做好线径控制,并控制拉丝速度,使半成品钢丝抗拉强度能够保证在 2000MPa 以上。

从性能对比和现场使用情况来看,高强度锚索线的力

学性能和伸长率较一般的锚索线有明显提升,在实际使用过程中它的性能稳定,抗拉强度高,韧性较好。在捻股稳定化处理过程中,通过工艺调整,将张力控制在 200~230KN,温度控制在 390℃~410℃之间,可有效控制高强度锚索线的力学性能和伸长率,使其抗拉强度达到 1950MP 以上,伸长率在 6.5% 以上,经检验,高强度锚索线的抗拉强度较一般的 1860MPa 标准提高了 5%,伸长率提高了 30%,产品完全满足现场使用要求,各项质量指标都超过标准要求。

参考文献

- [1] 侯志文,王汝成.2260MPa高强度钢绞线性能研究[J].甘肃科技纵横,2022(6).
- [2] 徐凯,陈殿清,郝文权,等.1960MPa级1×7-21.6大规格高强度钢绞线和盘条试制[J].金属制品,2022(5).
- [3] 杨杰.预应力锚索框架梁施工技术[J].江西建材,2022(4).
- [4] 田小兵.综采工作面沿空巷道稳定性实践研究[J].煤炭与化工,2015(1).
- [5] 赵学刚,付印星.提高预应力钢绞线伸直性的探索[J].天津冶金,2009(5).
- [6] 胡晓玲,夏楠,张静.1860MPa级1×19W—28.6钢绞线结构设计[J].金属制品,2011(1).
- [7] 岳园.1×2结构钢绞线拉伸试验方法改进[J].金属制品,2016(1).
- [8] 吴志杰,丁政,孙传平,等.钢绞线截面应力及破坏模式的有限元分析[J].中国科技论文,2018(22).
- [9] 杨世聪,姚国文,张劲泉,史康.加速盐雾环境中钢绞线的腐蚀疲劳特征[J].材料导报,2018(12).
- [10] 刘增华,何存富,王秀彦,等.钢绞线中纵向模态传播特性的实验研究[J].北京工业大学学报,2008(9).
- [11] 赵贤平.显微组织和夹杂物对82B盘条抗拉强度的影响分析[J].柳钢科技,2020(1).
- [12] 刘学森,贾立波,梁云科,等.矿山锚固钢绞线用盘条的研制与开发[J].天津冶金,2015(S1).
- [13] 魏宏玲,沈姝君.钢绞线液压定位器的研究与应用[J].液压与气动,2010(6).
- [14] 尹凌峰.钢绞线用钢SWRH82B盘圆的开发实践[J].中国金属通报,2018(5).