



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108580578 B

(45)授权公告日 2019.05.24

(21)申请号 201810363376.7

(22)申请日 2018.04.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108580578 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(73)专利权人 江西新华金属制品有限责任公司

地址 338004 江西省新余市高新技术开发
区南源路2100号

(72)发明人 何玉明 丁来安 黄齐根 廖劲锋

江先海 王国文

(51)Int.Cl.

B21C 37/04(2006.01)

审查员 于磊

权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,按如下步骤操作:准备桥梁缆索用盘条;对盘条进行表面处理;拉丝:所形成的钢丝强度达到1770~2100 MPa;包覆:包覆机模腔内温度为380~430℃,包覆速度为50~150m/min;包覆后的铝包钢丝强度范围为1720~2060 MPa;稳定化处理:铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在370~420℃,完成稳定化处理;检验:按GB/T 17101-2008检验性能。本发明通过改变工艺路线,优化盘条表面处理、拉丝、包覆、稳定化处理的工艺参数,形成具有Ⅱ级松弛性能的桥梁缆索用铝包钢丝,完全满足高等级桥梁的使用要求。

桥梁缆索用盘条 → 表面处理 → 拉丝 → 包覆 → 稳定化处理 → 检验

1. 一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,按照如下步骤操作:

S1,原料准备:准备相应产品规格的桥梁缆索用盘条;

S2,盘条表面处理:对桥梁缆索用盘条进行表面处理;

S3,拉丝:盘条经过拉丝机连续拉拔成所需规格钢丝,经过拉拔硬化,所形成的钢丝强度达到1770~2100 MPa,然后送入包覆工序;

S4,包覆:先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀;干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到370~420℃,然后进入连续挤压包覆机;与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为380~430℃,堵头压力60~80MPa,包覆速度为50~150m/min;根据不同强度要求设计不同铝层包覆厚度,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度范围为1720~2060 MPa;

S5,稳定化处理:对铝包钢丝施加一定的张力,张力大小为铝包钢丝实际破断力的38~45%,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在370~420℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理;

S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度范围为1700~2040 MPa,Ⅱ级松弛不大于2.0%。

2. 根据权利要求1所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: S2步骤中,还包括对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥。

3. 根据权利要求2所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: 酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为12~25%,酸洗时间为30~45分钟。

4. 根据权利要求2所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: 磷化步骤采用磷化液的总酸度为50~70度,温度为70~75℃,浸置磷化时间为3~5分钟。

5. 根据权利要求1所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: S3步骤中,拉拔道数为7~9道。

6. 根据权利要求1所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: S4步骤中,铝包钢丝的铝层厚度为0.03~0.10mm之间,形成钢铝相互渗透层。

7. 根据权利要求1所述的一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,其特征在于: S5步骤中,铝包钢丝送料速度控制在80~180m/min。

一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及斜拉桥、悬索桥等桥梁缆索用钢丝制品技术领域,尤其涉及一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法。

背景技术

[0002] 2007年我公司在世界范围内首次设计了预应力用铝包钢丝产品,并申请了国家专利,专利号为:ZL 200710051322.9,该产品主要是针对提高桥梁缆索材料耐腐蚀性而设计的一种全新的铝钢双金属复合材料。经过我公司对预应力用铝包钢丝多年的研发试制,发现在产业化过程中,该专利技术制造工艺存在一定的缺陷,主要是产品性能方面的缺陷,具体缺陷为:试制出的制品Ⅱ级松弛性能不能满足设计要求,以至于不能在高等级长寿桥梁上使用。由于预应力用铝包钢丝没有国家、行业标准,公司销售的铝包钢丝制品除包裹材料为铝外,其性能按国家标准GB/T 17101-2008《桥梁缆索用镀锌钢丝》要求提供,该标准对应力松弛性能的要求是:缆索用钢丝在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时,试验初始载荷为公称载荷的70%条件下,1000小时后应力松弛率Ⅰ级松弛不大于7.5%,Ⅱ级松弛不大于2.5%。多次试验证明,采用该专利技术的制造工艺难以达到Ⅱ级松弛性能要求,主要表现在制造工序上,该专利技术的制造工艺是钢丝拉拔后先稳定化处理,再包覆,由于包覆工艺中的模腔温度为 $450\sim 600^{\circ}\text{C}$,改变了钢丝的内部结构(如晶界、晶体的位错减少),破坏了原有的松弛性能,使松弛率变大,因而,达不到苛刻的Ⅱ级松弛性能的要求。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,所得铝包钢丝制品具有良好的Ⅱ级松弛性能,产品技术性能全部满足GB/T 17101-2008高品质指标要求,达到高等级长寿桥梁的使用要求。

[0004] 为实现本发明上述目的,一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法,按照如下步骤操作:

[0005] S1,原料准备:准备相应产品规格的桥梁缆索用盘条;

[0006] S2,盘条表面处理:对桥梁缆索用盘条进行表面处理;

[0007] S3,拉丝:盘条经过拉丝机连续拉拔成所需规格钢丝,经过拉拔硬化,所形成的钢丝强度达到 $1770\sim 2100\text{MPa}$,然后送入包覆工序;

[0008] S4,包覆:先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀;干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到 $370\sim 420^{\circ}\text{C}$,然后进入连续挤压包覆机;与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为 $380\sim 430^{\circ}\text{C}$,堵头压力 $60\sim 80\text{MPa}$,包覆速度为 $50\sim 150\text{m}/\text{min}$;根据不同强度要求设计不同铝层包覆厚度,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度范围为 $1720\sim 2060\text{MPa}$;

[0009] S5,稳定化处理:对铝包钢丝施加一定的张力,张力大小为铝包钢丝实际破断力的

38~45%，在此条件下，铝包钢丝经过中频感应加热，加热温度控制在370~420℃，消除内部组织应力，完成稳定化处理；

[0010] S6, 检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷，检查表面质量及铝层厚度，再按GB/T 17101-2008检验性能，铝包钢丝强度范围为1700~2040MPa，Ⅱ级松弛不大于2.0%。

[0011] 进一步的，S2步骤中，还包括对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥。

[0012] 进一步的，酸洗采用工业盐酸酸洗，盐酸浓度为12~25%，酸洗时间为30~45分钟。

[0013] 进一步的，磷化步骤采用磷化液的总酸度为50~70度，温度为70~75℃，浸置磷化时间为3~5分钟。

[0014] 进一步的，S3步骤中，拉拔道数为7~9道。

[0015] 进一步的，S4步骤中，铝包钢丝的铝层厚度为0.03~0.10mm之间，形成钢铝相互渗透层。

[0016] 进一步的，S5步骤中，铝包钢丝送料速度控制在80~180m/min。

[0017] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明通过改变工艺路线，优化盘条表面处理、拉丝、包覆、稳定化处理的工艺参数，铝包钢丝经过最终稳定化处理，形成具有Ⅱ级松弛性能桥梁缆索用铝包钢丝，按本发明制造方法制得的铝包钢丝表面光洁，强度高，松弛性能好，完全满足高等级长寿桥梁的使用要求。

附图说明

[0018] 图1为本发明制造方法工艺流程示意图。

具体实施方式

[0019] 下面将结合附图及实施例，对发明进一步清楚、完整地描述。

[0020] 参见图1，一种桥梁缆索用Ⅱ级松弛铝包钢丝的制造方法，按照如下步骤操作：

[0021] S1, 原料准备:准备相应产品规格的桥梁缆索用盘条；

[0022] S2, 桥梁缆索用盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥：

[0023] a), 酸洗:盘条采用工业盐酸酸洗，优选盐酸浓度为12~25%，酸洗时间为30~45分钟，去除盘条表面氧化铁皮；

[0024] b), 磷化:将酸洗处理后的盘条再经过磷化处理，优选磷化液的总酸度为50~70度，温度为70~75℃，浸置磷化时间为3~5分钟，盘条磷化后在表面形成一层磷化膜，在拉丝模加入润滑剂后，使盘条拉拔过程具有更好的润滑性；

[0025] c), 中和:将经过上述两个步骤的盘条，放入石灰池中3~6分钟，将盘条表面残余酸性磷化液中和后取出，防止磷化后的盘条返锈；

[0026] d), 干燥:将经过上述三个步骤的盘条，进行自然干燥，干燥后的盘条装配在拉丝机上，准备盘条的拉丝工序作业。

[0027] S3, 拉丝:盘条经过拉丝机连续拉拔成所需规格钢丝，拉拔道数为7~9道，经过拉拔硬化，所形成的钢丝强度达到1770~2100MPa，然后送入包覆工序；

[0028] S4, 包覆:先对拉拔后的钢丝进行脱脂，再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质；干燥后

送入中频感应加热炉进行预热处理,然后进入连续挤压包覆机;钢丝感应加热到370~420℃,优选380~410℃。通过试验表明,中频感应加热炉温度低于360℃,铝钢结合力变差;中频感应加热炉温度高于430℃,钢丝表面会出现粘铝、不光洁、滞留杂质,表面质量变差。与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为380~430℃,堵头压力60~80MPa,包覆速度为50~150m/min。同样道理,包覆机模腔内温度过高,钢丝表面会出现粘铝、不光洁、滞留杂质,表面质量变差,一般不超过450℃,控制在380~430℃为宜;此外,包覆速度不能过高,超过160m/min,铝包旋压过程会使钢丝表面出现一条条纵向划痕,钢丝表面不圆润,表面质量变差。在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,根据不同强度要求设计不同铝层包覆厚度,铝包钢丝的铝层厚度为0.03~0.10mm之间,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度范围为1720~2060MPa;

[0029] S5,稳定化处理:稳定化处理定义引自GB/T 5224-2003:为减少预应力钢丝应用时的应力松弛,在一定张力下进行的短时热处理。对铝包钢丝进行稳定化处理的目的是确保铝包钢丝的应力松弛性能满足桥梁缆索等预应力工程设计要求。对铝包钢丝施加一定的张力,张力大小为铝包钢丝实际破断力的38~45%,铝包钢丝送料速度控制在80~180m/min,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在370~420℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理;

[0030] S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度范围为1700~2040MPa,Ⅱ级松弛不大于2.0%。

[0031] 实施例1:

[0032] 如图1所示,按照上述操作步骤,本实施例生产直径7.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:

[0033] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号87MnQL,原料规格14.00mm,检测原料强度为1250MPa,流入S2步骤;

[0034] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;

[0035] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为13%,酸洗时间为32分钟;

[0036] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为52度,温度为72℃,浸置磷化时间为4分钟;

[0037] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中3~4分钟,取出;

[0038] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。

[0039] S3,拉丝:

[0040] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔7道,钢丝经过拉拔硬化,直径为6.92mm,强度为1790MPa,然后进入S4工序;

[0041] S4,包覆:

- [0042] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;
- [0043] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到380℃;
- [0044] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为380~410℃,堵头压力62MPa,包覆速度为55m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.04mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为1750MPa,然后送入S5工序;
- [0045] S5,稳定化处理:
- [0046] 对铝包钢丝施加27000N张力,铝包钢丝送料速度控制在80m/min,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在380℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理;
- [0047] S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度为1730MPa, $R_{p0.2}$ 为1540MPa,在初始载荷为公称载荷70%条件下,1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.8%。
- [0048] 实施例2:
- [0049] 本实施例生产直径7.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:
- [0050] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号92MnQL,原料规格14.00mm,检测原料强度为1400MPa,流入S2步骤;
- [0051] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;
- [0052] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为24%,酸洗时间为44分钟;
- [0053] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为68度,温度为74℃,浸置磷化时间为5分钟;
- [0054] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中6分钟,取出;
- [0055] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。
- [0056] S3,拉丝:
- [0057] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔9道,钢丝经过拉拔硬化,直径为6.89mm,强度为1920MPa,然后进入S4工序;
- [0058] S4,包覆:
- [0059] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;
- [0060] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到420℃;
- [0061] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为410~430℃,堵头压力80MPa,包覆速度为140m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.08mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为1840MPa,然后送

入S5工序；

[0062] S5, 稳定化处理；

[0063] 对铝包钢丝施加33000N张力, 铝包钢丝送料速度控制在160m/min, 在此条件下, 铝包钢丝经过中频感应加热, 加热温度控制在410℃, 消除内部组织应力, 完成稳定化处理；

[0064] S6, 检验: 经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷, 检查表面质量及铝层厚度, 再按GB/T 17101-2008检验性能, 铝包钢丝强度为1820MPa, $R_{p0.2}$ 为1620MPa, 在初始载荷为公称载荷70%条件下, 1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.7%。

[0065] 实施例3:

[0066] 本实施例生产直径7.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:

[0067] S1, 原料准备: 准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号97MnQL, 原料规格14.00mm, 检测原料强度为1520MPa, 流入S2步骤;

[0068] S2, 盘条表面处理: 对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;

[0069] a), 酸洗: 对桥梁缆索用盘条酸洗, 酸洗采用工业盐酸酸洗, 盐酸浓度为20%, 酸洗时间为40分钟;

[0070] b), 磷化: 将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理, 采用磷化液的总酸度为65度, 温度为70℃, 浸置磷化时间为5分钟;

[0071] c), 中和: 将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条, 放入石灰池中5分钟, 取出;

[0072] d), 干燥: 将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条, 进行自然干燥, 干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上, 准备S3工序作业。

[0073] S3, 拉丝:

[0074] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔9道, 钢丝经过拉拔硬化, 直径为6.87mm, 强度为2020MPa, 然后进入S4工序;

[0075] S4, 包覆:

[0076] 1), 先对拉拔后的钢丝进行脱脂, 再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;

[0077] 2), 干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理, 钢丝感应加热到410℃;

[0078] 3), 然后进入连续挤压包覆机, 与此同时, 将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔, 包覆机模腔内温度为400~420℃, 堵头压力70MPa, 包覆速度为130m/min, 在此过程中, 挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔, 铝杆受热软化, 被均匀的挤压在钢丝周围, 运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层, 经定径后, 形成一层结合牢固紧密的铝包裹层, 铝层厚度为0.09mm, 铝层与钢丝形成结合紧密, 形成钢铝相互渗透层, 冷却干燥后为铝包钢丝, 包覆后的铝包钢丝强度为1960MPa, 然后送入S5工序;

[0079] S5, 稳定化处理:

[0080] 对铝包钢丝施加32000N张力, 铝包钢丝送料速度控制在120m/min, 在此条件下, 铝包钢丝经过中频感应加热, 加热温度控制在390℃, 消除内部组织应力, 完成稳定化处理;

[0081] S6, 检验: 经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷, 检查表面质量及铝层厚度, 再按GB/T 17101-2008检验性能, 铝包钢丝强度为1940MPa, $R_{p0.2}$ 为1727MPa, 在初始载荷为公称载荷70%条件下, 1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.6%。

[0082] 实施例4:

[0083] 本实施例生产直径7.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝：

[0084] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号97MnQL,原料规格14.00mm,检测原料强度为1550MPa,流入S2步骤；

[0085] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥；

[0086] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为22%,酸洗时间为42分钟；

[0087] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为60度,温度为73℃,浸置磷化时间为5分钟；

[0088] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中5分钟,取出；

[0089] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。

[0090] S3,拉丝：

[0091] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔9道,钢丝经过拉拔硬化,直径为6.90mm,强度为2100MPa,然后进入S4工序；

[0092] S4,包覆：

[0093] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质；

[0094] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到400℃；

[0095] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为390~410℃,堵头压力75MPa,包覆速度为80m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.10mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为2050MPa,然后送入S5工序；

[0096] S5,稳定化处理：

[0097] 对铝包钢丝施加33000N张力,铝包钢丝送料速度控制在100m/min,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在400℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理；

[0098] S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度为2040MPa, $R_{p0.2}$ 为1815MPa,在初始载荷为公称载荷70%条件下,1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.8%。

[0099] 实施例5：

[0100] 本实施例生产直径5.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝：

[0101] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号82MnQL,原料规格11.00mm,检测原料强度为1250MPa,流入S2步骤；

[0102] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥；

[0103] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为18%,酸洗时间为39分钟；

[0104] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为60度,温度为72℃,浸置磷化时间为4分钟；

[0105] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中4分钟,取出;

[0106] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。

[0107] S3,拉丝:

[0108] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔8道,钢丝经过拉拔硬化,直径为4.89mm,强度为1800MPa,然后进入S4工序;

[0109] S4,包覆:

[0110] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;

[0111] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到390℃;

[0112] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为380~400℃,堵头压力67MPa,包覆速度为60m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.08mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为1760MPa,然后送入S5工序;

[0113] S5,稳定化处理:

[0114] 对铝包钢丝施加28000N张力,铝包钢丝送料速度控制在90m/min,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在390℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理;

[0115] S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度为1740MPa,RP_{0.2}为1530MPa,在初始载荷为公称载荷70%条件下,1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.7%。

[0116] 实施例6:

[0117] 本实施例生产直径5.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:

[0118] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号87MnQL,原料规格11.00mm,检测原料强度为1350MPa,流入S2步骤;

[0119] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;

[0120] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为16%,酸洗时间为32分钟;

[0121] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为56度,温度为74℃,浸置磷化时间为3分钟;

[0122] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中4分钟,取出;

[0123] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。

[0124] S3,拉丝:

[0125] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔8道,钢丝经过拉拔硬化,直径为4.93mm,强度为1900MPa,然后进入S4工序;

[0126] S4,包覆:

[0127] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;

- [0128] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到390℃;
- [0129] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为380~400℃,堵头压力65MPa,包覆速度为130m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.03mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为1860MPa,然后送入S5工序;
- [0130] S5,稳定化处理:
- [0131] 对铝包钢丝施加29000N张力,铝包钢丝送料速度控制在110m/min,在此条件下,铝包钢丝经过中频感应加热,加热温度控制在380℃,消除内部组织应力,完成稳定化处理;
- [0132] S6,检验:经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷,检查表面质量及铝层厚度,再按GB/T 17101-2008检验性能,铝包钢丝强度为1830MPa,RP_{0.2}为1620MPa,在初始载荷为公称载荷70%条件下,1000小时后Ⅱ级应力松弛率为2.0%。
- [0133] 实施例7:
- [0134] 本实施例生产直径5.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:
- [0135] S1,原料准备:准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号87MnQL,原料规格12.50mm,检测原料强度为1300MPa,流入S2步骤;
- [0136] S2,盘条表面处理:对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;
- [0137] a),酸洗:对桥梁缆索用盘条酸洗,酸洗采用工业盐酸酸洗,盐酸浓度为19%,酸洗时间为38分钟;
- [0138] b),磷化:将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理,采用磷化液的总酸度为58度,温度为71℃,浸置磷化时间为5分钟;
- [0139] c),中和:将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条,放入石灰池中4分钟,取出;
- [0140] d),干燥:将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条,进行自然干燥,干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上,准备S3工序作业。
- [0141] S3,拉丝:
- [0142] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔8道,钢丝经过拉拔硬化,直径为4.92mm,强度为1970MPa,然后进入S4工序;
- [0143] S4,包覆:
- [0144] 1),先对拉拔后的钢丝进行脱脂,再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;
- [0145] 2),干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理,钢丝感应加热到410℃;
- [0146] 3),然后进入连续挤压包覆机,与此同时,将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔,包覆机模腔内温度为400~420℃,堵头压力80MPa,包覆速度为120m/min,在此过程中,挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔,铝杆受热软化,被均匀的挤压在钢丝周围,运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层,经定径后,形成一层结合牢固紧密的铝包裹层,铝层厚度为0.09mm,铝层与钢丝形成结合紧密,形成钢铝相互渗透层,冷却干燥后为铝包钢丝,包覆后的铝包钢丝强度为1930MPa,然后送入S5工序;

[0147] S5, 稳定化处理:

[0148] 对铝包钢丝施加29000N张力, 铝包钢丝送料速度控制在100m/min, 在此条件下, 铝包钢丝经过中频感应加热, 加热温度控制在400℃, 消除内部组织应力, 完成稳定化处理;

[0149] S6, 检验: 经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷, 检查表面质量及铝层厚度, 再按GB/T 17101-2008检验性能, 铝包钢丝强度为1910MPa, $R_{P0.2}$ 为1700MPa, 在初始载荷为公称载荷70%条件下, 1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.6%。

[0150] 实施例8:

[0151] 本实施例生产直径5.00mm的高强度、Ⅱ级松弛铝包钢丝:

[0152] S1, 原料准备: 准备的桥梁缆索用盘条采用宝钢牌号90SiQL, 原料规格11.00mm, 检测原料强度为1350MPa, 流入S2步骤;

[0153] S2, 盘条表面处理: 对盘条进行酸洗、磷化、中和、干燥;

[0154] a), 酸洗: 对桥梁缆索用盘条酸洗, 酸洗采用工业盐酸酸洗, 盐酸浓度为24%, 酸洗时间为45分钟;

[0155] b), 磷化: 将酸洗处理后的桥梁缆索用盘条再经过磷化处理, 采用磷化液的总酸度为70度, 温度为75℃, 浸置磷化时间为5分钟;

[0156] c), 中和: 将经过上述两个步骤的桥梁缆索用盘条, 放入石灰池中6分钟, 取出;

[0157] d), 干燥: 将经过上述三个步骤的桥梁缆索用盘条, 进行自然干燥, 干燥后的桥梁缆索用盘条装配在拉丝机上, 准备S3工序作业。

[0158] S3, 拉丝:

[0159] 拉丝机将上述S2步骤的盘条连续拉拔9道, 钢丝经过拉拔硬化, 直径为4.92mm, 强度为2100MPa, 然后进入S4工序;

[0160] S4, 包覆:

[0161] 1), 先对拉拔后的钢丝进行脱脂, 再清洗钢丝表面残余锈蚀和杂质;

[0162] 2), 干燥后送入中频感应加热炉进行预热处理, 钢丝感应加热到400℃;

[0163] 3), 然后进入连续挤压包覆机, 与此同时, 将经清洗、干燥、矫直后的高纯铝杆或铝合金杆从包覆机的另一端同时送入包覆机模腔, 包覆机模腔内温度为400~420℃, 堵头压力80MPa, 包覆速度为120m/min, 在此过程中, 挤压轮将高纯铝杆或铝合金杆连续送入模腔, 铝杆受热软化, 被均匀的挤压在钢丝周围, 运动中的钢丝与软化铝摩擦不断带走铝层, 经定径后, 形成一层结合牢固紧密的铝包裹层, 铝层厚度为0.08mm, 铝层与钢丝形成结合紧密, 形成钢铝相互渗透层, 冷却干燥后为铝包钢丝, 包覆后的铝包钢丝强度为2060MPa, 然后送入S5工序;

[0164] S5, 稳定化处理:

[0165] 对铝包钢丝施加29000N张力, 铝包钢丝送料速度控制在90m/min, 在此条件下, 铝包钢丝经过中频感应加热, 加热温度控制在400℃, 消除内部组织应力, 完成稳定化处理;

[0166] S6, 检验: 经稳定化处理后的铝包钢丝用收线盘收线成卷, 检查表面质量及铝层厚度, 再按GB/T 17101-2008检验性能, 铝包钢丝强度为2040MPa, $R_{P0.2}$ 为1810MPa, 在初始载荷为公称载荷70%条件下, 1000小时后Ⅱ级应力松弛率为1.8%。

[0167] ZL 200710051322.9实施的比较例与本发明实施例性能比较见表1。

[0168] 表1 ZL 2007100513229实施与本发明实施效果比较

[0169]

案例	铝包钢丝直径, mm	强度级别, MPa	实测强度, MPa	$R_{FO.2}$, MPa	应力松弛性能, %
实施例 1	7.00	1670	1730	1540	1.8
比较例	7.00	1670	1680	1510	5.0
实施例 2	7.00	1770	1820	1620	1.7
比较例	7.00	1770	1790	1600	6.0
实施例 3	7.00	1860	1940	1727	1.6
比较例	7.00	1860	1880	1680	7.5
实施例 4	7.00	2000	2040	1815	1.8
比较例	7.00	2000	2015	1800	7.0
实施例 5	5.00	1670	1740	1530	1.7
比较例	5.00	1670	1670	1490	6.0
实施例 6	5.00	1770	1830	1620	2.0
比较例	5.00	1770	1780	1590	4.5
实施例 7	5.00	1860	1910	1700	1.6
比较例	5.00	1860	1890	1660	7.0
实施例 8	5.00	2000	2040	1810	1.8
比较例	5.00	2000	2010	1790	7.2

说明：1、 $R_{FO.2}$ 表示规定非比例延伸强度。2、应力松弛性能是指试样温度保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 时，初始载荷为公称载荷 70% 条件下，1000 小时后应力松弛率。

[0170] 从表1的比较例和本发明的实施例性能指标对比,可以看出,同一强度级别的比较例应力松弛性能只能满足I级松弛不大于7.5%要求,并且强度富余量不大。而本发明实施例强度富余量大,完全满足II级松弛不大于2.5%要求,可以为高等级长寿命桥梁提供优质铝包钢丝。

[0171] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

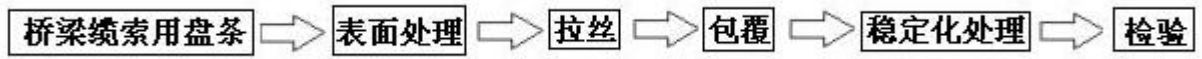


图1