

浅析电气布线系统之金属导管

侯奇锋;潘焕林;谢爱峰

【摘要】金属导管是低压电气布线系统中广泛使用的一种布线形式.介绍了金属导管相关规范条文、生产工艺、防腐蚀措施,并结合现有相关规范对金属导管连接方式、接地的要求,阐述了金属导管在相关规范要求中存在的问题,可为电气设计人员提供参考.%The metallic tubing is widely used form of low voltage electrical wiring system.The relevant code provisions, production process and anti-corrosion measures of metallic tubing were introduced.Combining by the requirements of metallic tubing connection mode and grounding of existing codes, the existing problems of metallic tubing in related specification were expounded.It can provide references for electrical designers.

【期刊名称】《现代建筑电气》

【年(卷),期】 2019(010)002

【总页数】 7 页(P9-14, 30)

【关键词】金属导管;KBG 管;JDG 管;热浸镀锌

【作者】侯奇锋;潘焕林;谢爱峰

【作者单位】上海康睿房地产发展有限公司, 上海 201101;华夏幸福基业股份有限公司, 浙江 嘉善 314100;龙信建设集团有限公司, 江苏 南通 226100

【正文语种】中 文

0 引言

金属导管布线是低压电气布线系统中一种非常普遍的形式。根据现有规范、标准对敷设方式的要求,常用的布线导管包括金属导管(钢管和电线管)、可绕金属管、中等机械应力以上刚性塑料管等。其中,金属导管所对应的钢管和电线管在日常工作中分别为焊接钢管和普通碳素钢电线套管,在设计图中分别用 SC 和 MT 来表示。而在实际工程应用中又出现套接扣压式薄壁钢导管(KBG 管)和套接紧定式镀锌钢导管(JDG 管),导致图纸标示与施工采购产品不一致。另外,对于金属导管的防腐措施基本要求为镀锌,而未明确其具体要求(热浸镀锌,还是电镀等)。即使明确防腐要求,如何审核施工现场采购产品的检测报告,确保其满足设计要求等问题,均是设计人员了解的内容。

本文对金属导管布线在设计、施工遇到的相关问题进行总结,结合规范、产品标准等角度对金属导管的防腐要求、制作工艺等方面进行分析。特别明确,所述金属导管均为 GB/T 20041 —2017 所对应的刚性金属导管(简称金属导管)。

1 标准设计规范对金属导管的要求

布线系统中与金属导管有关的标准、设计规范主要有:JGJ 16—2008 《民用建筑电气设计规范》[1](简称《民规》)第 8.3.2条和第 8.3.9条;GB 50311 —2016 《综合布线系统工程设计规范》[2]第 7.5.8条;GB 50054 —2011 《低压配电设计规范》[3]第 12.2.5条;GB 50038 —2005 《人民防空地下室设计规范》[4]第 7.4.3条和第 7.4.5条;GB 50058 —2014 《爆炸危险环境电力装置设计规范》[5]第 5.4.3条第 4 款;JGJ 242—2011 《住宅建筑电气设计规范》[6]第 7.2.1条和 7.2.2条;GB 50303 —2015 《建筑电气工程施工质量验收规范》[7](简称《验收规范》)第 12.2.5条;GB 50575 —2010 《1 kV 及以下配线工程施工与验收规范》[8]第 4.2.1

条和 4.2.2 条等。

以上标准、规范要求是常规设计工作中对金属导管较为常见的要求。通过汇总梳理发现,标准规范中对金属导管的设计要求主要关注点是壁厚、内壁或外壁的防腐处理。而壁厚除了考虑机械强度因素外,更多是与其防腐蚀能力有关。《民规》第 8.3.2 条条文解释,在同等环境条件、无防腐蚀措施的情况下,管壁越厚,其耐腐蚀能力越高,使用寿命越长。

2 金属导管

2.1 国内标准规范对金属导管的分类

目前,设计图纸中对金属导管的分类主要依据 09DX001 《建筑电气工程设计常用图形和文字符号》[9]第 68 页,有 SC 和 MT 两种类型。SC 敷设依据 GB/T 3091 — 2015 《低压流体输送用焊接钢管》[10]。MT 敷设用来表示普通碳素钢电线套管,俗称电线管,现行标准是 YB/T 5305 — 2008 《碳素结构钢电线套管》[11]最早是 GB 3640 — 1988 《普通碳素钢电线套管》,该标准在 2006 年被 YB/T 5305 — 2006 《碳素结构钢电线套管》替代,并于 2008 年再次更新后实施。依据《验收规范》第 12.1.2 条文说明,薄壁钢导管是指壁厚 $\leq 2\text{ mm}$ 的钢导管,壁厚 $> 2\text{ mm}$ 的称为厚壁钢导管,因此 MT 管也可称为薄壁钢管。

关于 MT 的标示方式,有些图纸也采用电子金属管(Electrical Metallic Tubing, EMT)。笔者曾经参与过由美国开发商开发的项目,其技术标准需要参考美国标准。美国国家电气规范第 358 章对 EMT 线管作专门描述。

2.2 KBG 管和 JDG 管

随着国内各行业发展,建筑电气领域不断涌现出新技术、新材料、新工艺,新型管材也不断出现,最典型的是 KBG 管和 JDG 管,在建筑工程中得到广泛应用。

KBG 管的连接采用扣压钳子,将管道和管件压出小坑,紧密连接。JDG 管的连接靠管件顶丝顶紧管道,实现紧密连接。JDG 管连接处的连接紧定方式可分为无螺纹旋压

型(JDGX)和有螺纹紧定型(JDGL)两种。KBG管和JDG管均已形成行业规范,施工验收分别遵照中国工程建设标准化协会所制定的CECS100—1998《套接扣压式薄壁钢导管电线管路施工及验收规范》[12]和CECS120—2007《套接紧定式钢导管电线管路施工及验收规程》[13]进行工程验收。

依据CECS100—1998,KBG管是针对厚壁钢导管管材在电线管路敷设工程中施工复杂的状况而研制的,结合CECS100—1998和CECS120—2007附录A所述壁厚,KBG管和JDG管二者均属于MT管。由于KBG管和JDG管具有经济性能较好、施工安全便捷、综合比价高、性能优越、规格齐全、产品配件齐全等优点,在1kV及以下建筑电气工程中得到广泛的应用。

2.3 国内标准规范对金属导管的技术要求

金属导管相关标准对比如表1所示,汇总了现有标准规范对金属导管的技术要求,仅罗列与本文有关的内容。

2.4 三级管、四级管

金属导管的国外标准主要参考英国BS标准,目前设计和项目施工中时常见到的三级管、四级管即来源于此标准。该管材在国内出现和使用源于境外机电顾问提供的机电技术规格书。20世纪80年代开始,国内大型重要建筑因聘请境外的建筑设计事务所,作为其机电设计合作方,随之也引进大量的国际标准和法规。机电顾问不但负责项目前期设计工作,而且通过制订技术规格书来参与招投标工作,同时在施工阶段还提供图纸、设备材料审核,因此机电顾问对专业设备材料方面具有较深的认识。

随着国内建筑行业发展,为满足国内市场需求,国内有众多厂家提供满足标准BS4568-1:1970[14]的产品。由于国内机电顾问单位大多都是从香港特区引进到内地,其标准和技术要求参考IEC和英国BS标准居多。

BS4568-1:1970是关于金属导管的英国标准,内容与GB/T20041.1—2015[15]、GB/T20041.21—2017[16]中对金属导管的要求基本一致:

- (1) 安装形式:平端(不可形成螺纹)、螺纹端。
- (2) 防护类型:一级、二级、三级、四级,对应于 GB/T 20041.1 —2015 第 14.2 条中表 10 “耐腐蚀性能分类”。
- (3) 外径、壁厚。标准 BS 4568-1:1970 与 GB/T 20041.21 —2017 关于金属导管壁厚的对比如表 2 所示。

表 1 金属导管相关标准对比内容	GB/T 20041.1 —2015	GB/T 20041.21 —2017	GB/T 3091 —2015	YB/T 5305 —2008	CECS 120 —2007	CECS 100 —1998
适用范围	GB/T 20041.1 —2015, 金属、非金属和复合导管系统,包括端接这些系统的螺纹和非螺纹的导管入口,用以保护和管理交流 1 000 V 和/或直流 1 500 V 级以下的电气装置或通信系统里的绝缘导线 ;	GB/T 20041.21 —2017, 刚性导管系统 水、空气、采暖和燃气等低压流体输送用直缝电焊钢管、直缝埋弧焊钢管和螺旋缝埋弧焊钢管等 电线套管用碳素结构钢电阻焊钢管 建筑物内电压 1 kV 及以下无特殊规定的室内场所 1 kV 及以下无特殊规定的室内干燥场所分类 按机械性能、温度、电气性能、外部影响、火焰蔓延性能等分类 未明确 管端加工分:平端和带螺纹表面状态镀锌和焊管 无螺纹旋压型、有螺纹紧定型 未明确外径、壁厚(外径、壁厚未反映公差)	16 : 1. 0, 20 : 1. 2, 25 : 1. 2, 32 : 1. 2, 40 : 1. 2, 50 : 1. 2, 63 : 1. 2	平端 16 : 1. 5, 20 : 1. 6, 25 : 1. 6, 32 : 1. 6, 40 : 1. 6, 50 : 1. 9, 63 : 1. 9	螺纹端 8) : 2. 0, (10—20) : 2. 2, (25—32) : 2. 5, (40—65) : 3. 0, (80—100) : 3. 25, (125—150) : 3. 5, 200 : 4. 0(公称口径内径参照 GB/T 21835 —2008, 外径 12. 7—168. 3 mm, 壁厚 0. 5—3. 2 mm	16 : 1. 5, 20 : 1. 6, 25 : 1. 6, 32 : 1. 6, 40 : 1. 6, 50 : 1. 6
钢管表面处理方式(若有)	耐腐蚀能力分类	代码 1、2、3、4,应具有的防护能力分别为内外均低、内外均中等、中高复合保护(内测 2 类,外侧 4 类)、内外均高,例子分别为底漆、烘干漆/镀锌层/风干漆、烘干漆/粉末镀锌、热浸镀锌/粉末镀锌/不锈钢 内外表面采用热浸镀锌 内外表面采用				

热浸镀锌,根据供需双方协商可选择临时性涂层、特殊涂层 套接紧定式钢导管电线管路的管材、连接套管及附件,宜采用同一金属材料制作,并应镀锌 优质薄壁板材加工而成,双面冷镀锌镀锌层厚度 未明确 内外表面重量应不小于 300 g/m²; 若根据需方要求,可供应内外表面质量≥500 g/m² 若根据需方要求,可供应内外表面质量不小于 500 g/m² 未明确 未明确

备注:参照 IEC 61386 相关标准

表 2 标准 BS 4568-1:1970 与 GB/T 20041.21 —2017 关于金属导管壁厚的对比

外径/mm	BS 4568-1:1970	中壁厚/mm	平端螺纹端	GB/T 20041.21 —2017	中壁厚/mm	平端螺纹端
-------	----------------	--------	-------	---------------------	--------	-------

161.01.41.01.5201.01.61.21.6251.21.61.21.6321.21.61.21.6

注:外径、壁厚未反映公差

GB/T 20041.21 —2017 中金属导管外径种类多于 BS 4568-1:1970 中的种类,由表 2 可知其壁厚基本相同。鉴于 GB/T 20041 系列标准是参照 IEC 61386 相关标准制定,其实用性相对更广泛。

3 金属导管的生产工艺、防腐蚀措施

3.1 金属导管的生产工艺

根据 GB/T 20041.1 —2015 和 GB/T 20041.21 —2017, 现行国家标准规定的金属导管基本等同于 BS 标准。除 KBG 和 JDG 外,三级管、四级管应用日益广泛,二者的区别主要强调镀锌工艺不同,目前市场上将三级管称为热镀锌钢管,四级管称为热浸锌钢管。三级管采用镀好锌的板材进行卷曲焊接,并经焊缝处理等一系列工艺制作完成。四级管则是在低压输送流体焊接钢管即 SC 管的基础上,经过一系列的酸洗、漂洗等工艺,浸入锌池整体镀锌,后经内吹、外吹等工艺制作完成。三级管和四级管生产工艺流程如图 1、图 2 所示。KBG 和 JDG 管生产工艺流程基本与三级管类似。

图 1 三级管生产工艺流程

图 2 四级管生产工艺流程

3.2 金属导管的腐蚀防护措施

金属导管的基底材料为金属,表面与外界环境不可避免地会出现腐蚀,常规防腐措施通过镀锌来实现。锌与钢铁表面接触时,能作为阳极起到阴极保护作用。在同等环境条件下,腐蚀防护能力与镀锌层厚度呈线性关系。不同的防护措施对应不同镀层厚度。参考文献[17]中提供了腐蚀防护措施及其镀层厚度,腐蚀防护措施如表 3 所示,其中 DIN 表示德国国家标准。

表 3 腐蚀防护措施种类防护措施镀层厚度/ μm 热浸镀锌 批量热浸镀锌:非连续保护 处理方法,工件单件或单批浸入熔融锌中(钢铁制件和钢管) >20 (批量镀锌, DIN 50976), >50 (管材镀锌, DIN 2444) 连续热浸镀锌:连续保护处理方法,用于冷成形的低碳带钢或钢板等 $15\text{--}20$ (薄板镀锌, DIN 17612), $20\text{--}40$ (带钢镀锌, DIN 17612), $5\text{--}30$ (钢丝镀锌, DIN 1548) 电镀锌 通过电沉积获得镀锌层的防护方法 <50 (单槽挂镀), $2.5\text{--}5.0$ (连续镀) 热喷锌或喷涂锌 将熔融涂镀层金属材料喷涂到基体表面 $80\text{--}200$ 采用锌粉的金属镀层(机械镀/渗锌) 利用锌粉获得镀锌层,通过机械镀或扩散(渗锌)在适合的工件表面上,获得锌、锌-铁合金覆盖层 $10\text{--}20$ (机械镀锌), $15\text{--}25$ (渗锌) 锌粉涂层 以锌粉作为填料在钢铁表面获得涂层 $10\text{--}20$ (薄), $40\text{--}80$ (通常), $60\text{--}120$ (厚) 阴极保护 在有电解液存在情况下,通过钢和锌阳极连通来保护钢 直接干预腐蚀过程,不考虑厚度

3.3 电镀锌、热浸镀锌的耐腐蚀性能

市场上较为常见的金属导管腐蚀防护措施主要分为热浸镀锌和电镀锌两种。从镀层形成机理看,热浸镀锌具有纯锌层和铁-锌合金相层,只有在纯锌层腐蚀完后合金相层才开始暴露并腐蚀,而电镀锌则只有在镀件表面形成锌沉积层。另外,鉴于生产工艺不同,在镀层厚度上热浸镀锌也大于电镀锌。因此,热浸镀锌比电镀锌具有更好的防护性能。

一般产品的使用环境基本分为室内环境、室外环境和海洋气候环境 3 种。电镀锌在不同环境下的平均腐蚀速度如表 4 所示。而在国际标准 DIN EN ISO 12944-2 大气环境条件下[18],不同腐蚀等级的热浸镀锌典型试验数据如表 5 所示。

表 4 电镀锌在不同环境下的平均腐蚀速度不同环境平均腐蚀速度/($\mu\text{m/a}$) 农村空气 1.0—3.4 城市空气 1.0—6.0 工业区空气 3.8—19.0 海洋空气 2.5—15.0

另根据文献[18],热浸镀锌在无空调室内的腐蚀损失分别如下:地窖, $0.31\ \mu\text{m/a}$;厨房, $1.5\ \mu\text{m/a}$ 。热浸镀锌有空调室内比无空调室内要稍好因为空调环境的优点是即使温度低于露点以下,也能通过控制温度和相对湿度来避免形成水滴,防止冷凝水的形成,从而保护锌层表面。

由表 3—表 5 可见,热浸镀锌的腐蚀防护能力远高于电镀锌,但从经济性角度和受制于生产工艺,厚度也不是无限制的。GB/T 3091—2015 附录 B 中提供镀锌层厚度近似估算公式:

$$e=mA/\rho$$

式中: e —镀锌层厚度的近似值, μm ;

mA —镀锌层的质量, g/m^2 ;

ρ —锌密度为 $7.14\ \text{g/cm}^3$ 。

按以上公式推算,内外表面质量应不小于 $300\ \text{g/m}^2$, 则对应单面镀层厚度约为 $21\ \mu\text{m}$;内外表面质量应不小于 $500\ \text{g/m}^2$, 则对应单面镀层厚度约为 $35\ \mu\text{m}$ 。

表 5 不同腐蚀等级的热浸镀锌典型试验数据腐蚀等级第 1 年的厚度损失/ μm 典型环境
室外室内 C1(微不足道) ≤ 0.1 —相对湿度 $\leq 60\%$, 通暖的建筑中央暖风系统) C2(低) $> 0.1—0.7$ 轻度污染的大气,干燥气候,大多数乡村地区未供热的建筑,偶尔存在暂时性凝结水 C3(中等) $> 0.7—2.1$ 有中度 SO_2 排放的城市或工业大气环境,温和的海洋气候相对湿度高和轻度污染的房间、生产车间 C4(强) $> 2.1—4.2$ 工业大气环境,中度盐浓度的海岸化工生产大车间、游泳池 C5-1(很强) $> 4.2—8.4$ 相对

湿度较高的工业大气环境,腐蚀性环境几乎经常性产生凝结水的建筑,强污染的建筑 C5-M(很强) >4.2~8.4 高盐浓度的海岸和近海区域—

在常规的民用建筑项目中,大部分环境应该在 C3(中等)级别或更为优良情况,热浸镀锌的腐蚀损失速率非常低。假设腐蚀损失速率为 $2.0\ \mu\text{m/a}$, 部分厂家的四级管热浸镀锌厚度达到 $45\ \mu\text{m}$, 完全满足使用20 a 以上。因此,镀锌层的厚度要求需要结合经济性和项目所在地的实际运行情况,在设计文件中进行明确。

4 金属导管的连接方式

CECS 100 —1998 中将套接扣压式薄壁钢称为 KBG, 从其名称看是采用扣压专用工具将套管接头进行扣压以实现导管间的连接。根据标准 CECS 120 —2007 第 1.0.2 条和第 3.0.2条,套接紧定式钢导管连接采用紧定旋钮或螺钉连接将套管接头与导管固定而实现连接,分别对应无螺纹旋压型(JDGX) 和有螺纹紧定型(JDGL)。

目前,KBG 和 JDG 已从管材型号演变成金属导管的连接方式,特别是部分项目中三级管和四级管也采用紧定式连接,该形式对应于国家标准 GB/T 20041.1 —2015 中术语 3.16 “不可形成螺纹的导管和配件”。另外,还有螺纹连接方式,其定义见 GB/T 20041.1 —2015 中术语 3.15 “可形成螺纹的导管和配件”。需特别注意,GB/T 20041.21 —2017 第 8.10.2条中,不可形成螺纹金属导管的壁厚较薄,仅 $1.2\ \text{mm}$, 而可形成螺纹金属导管壁厚为 $1.5\ \text{mm}$ 及以上。BS 4568-1:1970 中对安装形式也有提供平端和螺纹端两种形式。标准 GB 50303 —2015 第 12.1.2条明确,钢导管不得采用对口熔焊连接,镀锌钢导管或壁厚不小于 $2\ \text{mm}$ 的钢导管不得采用套管熔焊连接。此条为强制性条文,设计人员需给予关注。

5 金属导管的接地

金属导管作为电气布线系统的一部分,属于易触及的可导电部件,必须进行接地。由于单根导管长度有限,为保证电气性能连续性,导管及其附件组成的管路系统在连接处需根据不同情况设置跨接接地线。依据 CECS 100 —1998 中第五章和 CECS

120 — 2007 中第六章,在符合对应要求的连接规定时可不设置跨接线。而国家标准 GB 50303 — 2015 第 12.1.1 条则要求连接处的接触电阻值在符合国家标准 GB/T 20041.1 — 2015 《电气安装用导管系统 第 1 部分:通用要求》的相关要求时,连接处可不设置保护连接导体,但导管不应作为保护导体的接续导体。笔者并未在该规范中找到有关连接处的接触电阻要求,GB/T 20041.1 — 2015 以及 GB/T 20041.21 — 2017 中也未见接触电阻的规定。因此,新标准应对金属导管是否设置跨接地线提供具体、详细的要求。

6 对金属导管的设计、标准及产品建议

通过对刚性金属导管在设计规范、材料技术标准的归纳总结,镀锌工艺及市场上产品生产工艺的简单介绍,结合笔者在以往项目设计、实施中遇到的问题,有如下建议。

(1) 对相关标准规范的建议。首先,KBG 和 JDG 的行业标准、相关国标图集以及 GB/T 20041 《电缆管理用导管系统》系列标准是作为设计依据的现行标准规范和图集,但其相关要求并不相同。遵从新旧替换原则,希望标准制定者及早统一,避免出现混淆。其次,KBG、JDG 现阶段已经不仅为管材符号,还可以表示为其施工连接方式。然而 GB/T 20041.21 — 2017 中并未明确相关连接方式,仅有螺纹和非螺纹的文字描述。当然,GB/T 20041 系列标准是参照 IEC 61386 系列标准而来,而 KBG、JDG 遵循的是行业内标准。作为在国内实施的标准规范,理应考虑国内情况。因此,建议完整标准体系的制定和更新应结合以往标准内容、现实工程实施中的经验反馈总结,以及与之相关技术的发展,从而更好地指导工程设计、实施、验收,同时使生产企业、检测检验机构等有依可循。

(2) 对设计人员的建议。设计人员需对设计规范、管材技术参数要求有充分的理解和认识。同时,还应及时了解规范的版本内容更新情况,在设计中以最新版作为设计依据。设计文件中还应明确刚性导管的壁厚、防腐蚀措施具体要求,特别是镀锌方式及镀层厚度等内容。鉴于一个项目存在多种安装环境,因此需要结合不同情况分

类要求,做到安全可靠、经济合理。

如《民规》和《低规》中都明确要求干燥场所敷设的金属导管的管壁厚度不应小于 1.5 mm。但现有设计中,还存在使用 KBG 的情况,据前述 KBG 因受施工工艺限制,壁厚仅为 1.2 mm,甚至 1.0 mm;而直径 16 mm JDG 的壁厚为 1.2 mm,也不满足规范要求,设计时应予以注意。

(3)对相关市场主体的建议。工程项目材料设备的市场主体主要为两部分,一方是作为供方的生产制造企业,另一方是有使用需求的施工单位或建设单位。生产企业应根据国家标准要求,结合生产工艺所需技术的发展,提高生产效率和产品质量,向用户提供质优价廉的产品,从而提高生产竞争力。施工单位或建设单位依据设计图纸要求,及时了解市场中相关产品情况,并结合自身项目情况,判断设计文件是否存在要求过高,如镀锌方式、锌层厚度等。若有技术疑问,及时与设计单位沟通,以便于采购、施工或尽可能优化设计,降低建设成本。

7 结 语

刚性金属导管作为交流 1 000 V 和/或直流 1 500 V 及以下的电气装置和通信系统的布线形式,在建筑电气工程有着非常广泛的使用。但标准规范要求不统一,不但使设计人员理解出现偏差,还会导致市场上和工程实施中存在诸多问题,为此阐述了相关问题,为电气设计人员提供参考。

参考文献

【相关文献】

- [1]民用建筑电气设计规范:JGJ 16—2008[S].
- [2]综合布线系统工程设计规范:GB 50311 —2016[S].
- [3]低压配电设计规范:GB 50054 —2011[S].

- [4] 人民防空地下室设计规范:GB 50038 —2005[S].
- [5] 爆炸危险环境电力装置设计规范:GB 50058 —2014[S].
- [6] 住宅建筑电气设计规范:JGJ 242—2011[S].
- [7] 建筑电气工程施工质量验收规范:GB 50303 —2015[S].
- [8] 1 kV及以下配线工程施工与验收规范:GB 50575 —2010[S].
- [9] 中国建筑标准设计研究院. 09DX001 建筑电气工程设计常用图形和文字符号[M]. 北京:中国计划出版社, 2009.
- [10] 低压流体输送用焊接钢管:GB/T 3091 —2015[S].
- [11] 碳素结构钢电线套管:YB/T 5305 —2008[S].
- [12] 套接扣压式薄壁钢导管电线管路施工及验收规范:CECS 100 —1998[S].
- [13] 套接紧定式钢导管电线管路施工及验收规程:CECS 120 —2007[S].
- [14] Specification for steel conduit and fittings with metric threads of ISO form for electrical installations Part 1: Steel conduit, bends and couplers:BS 4568-1:1970[S].
- [15] 电缆管理用导管系统 第1 部分 通用要求:GB/T 20041.1 —2015[S].
- [16] 电缆管理用导管系统 第21 部分 刚性导管系统的特殊要求:GB/T 20041.21 —2017[S].
- [17] 吴伟. KBG 管与 JDG 管的探究[J]施工技术, 2013(10):90-92.
- [18] 彼得•梅斯, 彼得•派斯克. 热浸镀锌手册[M]. 王胜民, 译. 北京:机械工业出版社, 2015.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/146021131151010034>