

YB/T 4001.1  
《钢格栅板及配套件 第1部分：钢格栅板》  
行业标准  
编制说明

(送审讨论稿)

《钢格栅板及配套件 第1部分：钢格栅板》行业标准编制组  
二〇一八年一月

## 一、任务和现状

### （一）任务

根据工信部工信厅科[2016]58号文“工业和信息化部办公厅关于印发2016年第一批行业标准制修订计划的通知”的要求，YB/T4001.1钢格栅板及配套件第一部分：钢格栅板，纳入修订项目计划，计划号为2016-0144T-YB，完成年限为2018年，主管部门为原材料工业司，归口单位为全国钢标准化技术委员会，主要起草单位为佛山市南海大和钢结构有限公司、冶金工业信息标准研究院等。

#### 修订原则：

认真贯彻落实国务院《深化标准化工作改革方案》，以适应实施《中国制造2025》的需要为主线，进一步加强重点和基础公益类标准制定，提升标准技术水平，优化标准体系结构；

1、产业发展原则。以满足产业发展需求，促进产业结构调整和优化升级为重点，加强新技术、新产品和新材料标准制定，强化基础公益类标准制定，及时修订低水平标准，完善技术标准体系，提升标准技术水平，突出标准对服务产业发展、促进自主创新的作用；

2、市场需要原则。紧密围绕行业管理，产品设计、生产、检验和使用等活动，以及社会关注的热点和焦点问题，市场急需标准的制修订以加强标准对保证和提升产品质量、规范市场秩序和保护消费者合法权益的作用；

3、重点突出原则。全面推行行业标准制修订项目分类管理模式，区分重点项目、基础公益类项目与一般项目，逐步提升立项计划中重点项目和公益类项目的比例；

4、成套成体系原则。以各行业（领域）《技术标准体系建设方案》为指导，加强标准的总体规划和顶层设计，成体系的开展标准制修订工作，不断优化标准体系结构，充分体现标准制修订的科学性、合理性、协调性和配套性。

这是YB/T4001.1钢格栅板及配套件第一部分：《钢格栅板》的第四次修订。历次版本发布情况为：

—YB4001 - 1991、YB/T4001 - 1998、YB/T4001.1 - 2007。

### （二）国际相关标准状况

YB4001-1991《压焊钢格栅板》参照采用澳大利亚标准AS1657-1985《固定式平台、走道、楼梯和梯子的设计、施工和安装》。AS1657在1992年作过修订，现行版本是AS1657-2013。

YB/T4001 - 1998《钢格栅板》非等效采用BS4592.1-1995《工业地板和楼梯踏板 第1部分：开敞式金属格栅规范》，现行版本是BS4592.1-2006；BS4592.0-2006+A1-2012。

YB/T4001.1 - 2007《钢格栅板》参照采用ISO14122.1-2001《机械安全 进入机械的固定设施 第2部分：工作平台和通道》，现行版本是ISO14122.1-2016。

虽然我们前几次修订都没有把美标作为参照,但是美国国家标准ANSI/NAAMM是有影响的标准,其钢格板系列标准现行版本有:

ANSI/NAAMM MBG 531-2009 《METAL BAR GRATING MANUAL 金属格栅手册》; ANSI/NAAMM MBG 532-2009 《HEAVY DUTY METAL BAR GRATING MANUAL 重荷载金属格栅手册》; ANSI/NAAMM MBG 533-2009, 《WELDING STANDARDS FOR FABRICATION OF STEEL, STAINLESS STEEL AND ALUMINUM BAR GRATING 钢、不锈钢和铝格栅制造焊接标准》; ANSI/NAAMM MBG 534-2012 《METAL BAR GRATING ENGINEERING DESIGN MANUAL金属格栅工程设计手册》。

我们这次修订,参考吸纳了上述相关现行标准的相关条款,标准修订后,既保持了标准的中国特色,又包容了欧美等国际大部地区的现行规定,迈开国际化的步伐。

### (三) 我国钢格板行业现状

1、我国是世界上钢格板产品应用最广泛的国家。从采油平台到市政排水沟盖,从矿山输送带禽畜养殖场,从卫星发射架到深海隧道,钢格板应用无处不在,钢格板产品的生命力正处在旺盛时期。

2、我国是世界上钢格板制造企业最多的国家,从央企、地方国企到民企,从外资、中外合资到私人投资,企业年产量从几十万吨、几千吨到几百吨,大小企业数量无法统计。

3、我国是世界上钢格板产量最大也是出口量最大的国家,为了满足国际市场的需要,产品和标准的国际化是必须的。

4、我国的钢格板制造水平也就是当今世界的普遍水平,目前钢格板的生产还处在工业2.0的时期或是初始的3.0时期,离智能制造还有相当大的距离,用先进标准倒逼产品和制造升级是迫切的。

5、我国的钢格板产品质量水平参差不齐,有些产品质量问题令人忧心。作为人与机械设备交往的平台通道构件,钢格板产品应把安全摆在至高无上的位置。这次标准的修订着力提高质量门槛,完善检验方法和检验指标,杜绝偷料减料等危及安全的恶劣行为。

## 二、 修订内容说明

——调整了章节结构,第6章订货内容,第8章钢格板重量和面积计算,合并为第10章订货合同,重量,面积和交付结算。

——修改了钢格栅板原材料的技术要求,由“承载扁钢可采用GB/T 700的Q235-A或B级钢制造”,改为“承载扁钢采用碳素结构钢、耐候结构钢、低合金高强度结构钢材料,并且符合GB/T 700、GB/T 4171、GB/T 1591、GB/T 702的要求;采用铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、双相不锈钢材料,并且符合GB/T 4237、GB/T3280的要求”。

——细分钢格板的包边为装饰包边和承载包边。

——明确了压焊钢格板和压锁钢格板的构造区别。

- 增加检验要求和抽样规定。
- 删去附录—楼梯踏步板，将其合并到本标准的第3部分：钢格板楼梯踏板。
- 附录荷载与挠度的测试，修改为钢格板静力荷载检验，作为钢格板的规定检验项目。
- 增加附录—钢格板的安装和固定，将射钉紧固列为固定方法之一。
- 增加附录—钢格板的C型钢包边。
- 改写了附录—钢格板安全荷载与挠度的计算。
- 删去附录—安全荷载与挠度表，将其合并到附录—钢格板外加荷载与挠度的计算中，并增加了耐候结构钢、低合金高强度结构钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢及双相不锈钢钢格板的常用规格及外加荷载设计值与挠度容许值的附表。
- 删去附录—钢格板沟盖。

原标准附录—钢格板沟盖取消，基于下列理由：

(1) 本标准只是对钢格栅板的构造、尺寸、技术条件、设计、安装、检验规则和包装、标志及质量证明书等作出规定，产品的具体应用，应由用户和设计部门根据本标准的有关规定和应用的实际情况来选用。

(2) 沟盖只是钢格栅板的一项具体应用。非车行道的盖板选用钢格板规格的静力荷载计算，可参考附录D的计算方法。车行道的沟井盖板，除了考虑静力荷载能力，还需考虑冲击荷载和荷载的分布和局部集中状态，轮胎与盖板通孔的咬合和分离的受力状况，侧向分力对承载扁钢的稳定性的影响等等。道路沟井盖的设计涉及市政道路设计的多个规范和标准，随着道路设计要求的不断提高，对沟盖板的要求也在不断变更，其有关要求的制定和解释属于相关部门和设计单位，不属于本标准的范围。

(3) 原附录有些内容与相关的规范不相符。例如：

对于车行道的沟井盖板，GB50014-2006《室外排水设计规范》4.4.6规定，车行道井盖的设计必须在任何车辆荷重下，包括在道路辗压机荷重下，确保井盖牢固安全，同时具有良好的稳定性，防止车速过快造成井盖振动。原附录对不同等级车荷载选型的划分，与上述规范不符合。

(4) 建设部已有相关的标准图集，供用户选用。

#### (一) 标准正文第3章 术语及定义

##### 1、增加了下列术语及定义：

压力电阻焊 pressure resistance weld

焊件组合后通过电极施加压力，利用电流通过接头的接触面及邻近区域产生的电阻热进行焊接的方法称为压力电阻焊，简称压焊。

包边 band

在钢格板承载扁钢的端头、侧面或其他开口、切口的边缘上用扁钢、角钢、C型钢或其他材料进行固定镶嵌。

装饰包边 trim band

用于改变外观，不承受和传递承载扁钢的荷载的包边。

承载包边 load-carrying band

在平台的特殊部位，承载扁钢端头没有支承，需要依靠包边板承受和传递承载扁钢的荷载的包边。

承载包边板 carrier

承受和传递承载扁钢的荷载的钢格板包边扁钢、角钢或C型钢。

包边钢格板 banded panel

经过装饰包边或承载包边的钢格板。

钢格板厚度 depth (d)

钢格板厚度等于承载扁钢的宽度。

钢格板跨距 span (L)

平行于承载扁钢方向的钢格板支承架构的净空距离。

钢格板的荷载设计值 grating design value of load

以钢材的抗弯强度设计值通过计算获得的钢格板荷载值。

钢格板跨中集中荷载设计值 design value of concentrated load at mid-span (C)

作用于钢格板跨距中线上的集中荷载设计值。

钢格板满跨均布荷载设计值 design value of uniform load at full-span (U)

作用于钢格板平面面积上的均匀分布荷载设计值。

钢格板负载下的最大挠度容许值 allow of maximum deflection under load (D)

钢格板在外加荷载作用下的跨中最大挠度容许值。

## 2、增加术语及定义说明

### (1) 压力电阻焊

压力电阻焊，简称压焊，是钢格板成板制作工艺之一，为区别不同制作工艺的钢格板产品，有必要在标准的术语及定义中加以明确。

### (2) 包边、装饰包边、承载包边、承载包边板、包边钢格板

钢格板的成板，承载扁钢与横杆的组合焊接，采用压力电阻焊的焊接工艺，实现了机械自动化生产。但包边属于钢格板深加工，目前只能用人工手工进行，不但耗费人力物力，焊接质量也难以控制。这是钢格板制造上的窄口，不突破这个窄口，智造钢格板就成为空话。

钢格板在工业平台、通道上的铺设和使用，是否包边没有区别，包边只起到装饰的作用，在工业平台和通道上，主要考虑的是荷载的需要和操作人员的安全，使用的合理性和日后的

维护成本。至于装饰的理念就要看用户的需求和投入的宽裕程度了，所以强调推广不包边安装使用的同时也尊重客户对装饰的要求。当然，不同的需求费用也会有所不同。

有一类情况，就是“在平台的特殊部位，承载扁钢端头没有支承，需要依靠包边板承受和传递承载扁钢的荷载的包边”，我们把这类包边称之为承载包边。承载包边是必须严格控制的安全环节。

钢格板的C型钢包边是一个好的办法，既能满足包边的需求又可以避开人手焊接操作，有利于自动化加工。

装饰包边、承载包边的提法我们参考了美国ANSI/NAAMM国家标准的术语及定义。

### (3) 钢格板厚度

钢格板厚度往往会与承载扁钢厚度相混淆，钢格板厚度实际指的是承载扁钢的宽度。

### (4) 钢格板跨距

钢格板跨距不是钢格板的长度，而是平行于承载扁钢方向的钢格板支承架构的净空距离。也就是受荷构件的两端支承点之间的距离。

(5) 钢格板的荷载设计值、钢格板跨中集中荷载设计值、钢格板满跨均布荷载设计值、钢格板在荷载设计值作用下的最大挠度容许值。

钢格板跨中集中荷载设计值、钢格板满跨均布荷载设计值、钢格板负载下的最大挠度容许值，就是我们在钢格板外加荷载与挠度表中见到的C、U、D<sub>c</sub>和D<sub>u</sub>，在附录中有详细解释。

## (二) 标准正文第4章 产品构造

1、钢格板的成板工艺有两种，压焊钢格板和压锁钢格板。以压力电阻焊的焊接方法将承载扁钢与横杆固定而成板称之为压焊钢格板；以过盈配合的装配方法通过压力将横杆压入预先开好槽的承载扁钢中固定成板或者用胀形、锻压等方法使横杆变形从而和承载扁钢固定成板的称之为压锁钢格板。

压焊钢格板的横杆处于承载扁钢的上方，钢格板的结构稳定性会随着承载扁钢的宽度增加而恶化。大厚度钢格板，可以用压锁方法制造。

无法通过压焊方法制造的高强度钢钢格板、可焊性差的材料或对表面要求高的钢格板，可以用压锁方法制造。

压焊钢格板和压锁钢格板的承载扁钢和横杆的固定强度，以钢格板在荷载设计值的作用下不脱焊不脱锁作为钢格板成板的合格判定依据。

压焊钢格板以其成熟的制造工艺，处于市场占有地位。但是一种工艺，都不可避免的存在某些局限，需要用其它方法来实施补充。比如大厚度钢格板，用压力电阻焊可能很难实现，而用压锁的方法，可以容易实现大尺寸节点的固定。又比如一些不锈钢钢格板、低合金高强度结构钢及耐候结构钢的钢格板的制作，不一定可以用压焊工艺完成，但是都可以用压锁的方法去制造。另外，压锁钢板较好的结构稳定性、生产的低能耗和更利于机械化自动化生产，

使之蕴藏着更大的发展潜力。据统计，压焊钢格板每吨原板生产电耗在 80~150kwh，压锁钢格板的每吨成板电耗在 20kwh 以下。国际上一些先进的发达工业国，如英国、美国都保留压锁钢格板的成板工艺。美国国家标准 ANSI/NAAMM MBG 532-2009 《HEAVY DUTY METAL BAR GRATING MANUAL 重荷载金属格栅手册》就是压锁钢格板标准。我们在标准中保留压锁钢格板的结构型式，也是看到该工艺和压焊工艺的互补性，也期待该工艺能有所改进，在自动化，高效化上有所突破，走上绿色智造的道路。

2、承载扁钢和横杆的间距规定。作为工业平台走道使用的钢格板，承载扁钢的最大净空间距，不能让直径为 35mm 的球通过其落下。这在全文强制的 GB17888.2 中硬性规定，所以承载扁钢的净空间距应小于 35mm。

横杆的作用之一，在于阻止承载扁钢在受压受弯时的侧向位移。但是当钢格板承受局部集中荷载时，受荷区域的横杆又会对相邻的承载扁钢施加侧向拉力，造成相邻扁钢在横杆节点附近产生局部屈曲，压焊钢格板的扁钢下边缘处于无支撑状态，结果会使承载扁钢失稳。所以横杆的间距大小，影响着钢格板的结构稳定性。通常压焊钢格板的横杆间距为 100mm 是合理的，已经足够阻止侧向位移，当侧向拉力消除时也有空间让局部屈曲部位弹性恢复。50mm 横杆间距和承载扁钢的宽度相当，当节点区域产生屈曲时，过密的横杆会给弹性恢复造成困难。英国标准 BS4592-1995 中规定横杆的间距不超过 165mm。以我们通常使用的习惯，我们建议横杆间距为 100mm，最大净空间距不大于 150mm。

3、为了增加钢格板工作平台和走道的防滑能力，钢格板的承载扁钢可以带有齿型，齿型的形式可以有多种，标准只规定齿的节距和齿的宽度和深度。

4、有关包边的 4.5 条文移至正文第 7 章 7.3。

(三) 标准正文第 5 章 型号和标记

原标准正文 5.2 标记示例改为 G405/30/100U。

(四) 原标准正文第 7 章改为第 6 章 尺寸、外型及允许偏差

横杆位置偏差：改为横杆表面应不超出承载扁钢表面 2mm，横杆两端应不超出钢格板两侧端面 3mm。原标准中横杆表面应不超出承载扁钢表面 1mm，横杆两端应不超出钢格板两侧端面 2mm 的指标定的过严了，比美英的公差规定都严，生产厂要花费大量人工去打磨。这次修订在不影响安全质量及外观的前提下作出了适当放松，这也是参考了美国 ANSI/NAAMM 国家标准的 MBG531-2009 钢格板制作公差规定而作出调整。

(五) 原标准正文第 9 章改为第 7 章 技术要求

1、材料

原标准正文 9.1.1.1 承载扁钢可采用 GB/T700 的 Q235-A 或 B 级钢制造，改为：7.1.1.1 承载扁钢可采用碳素结构钢、耐候结构钢及低合金高强度结构钢材料，且符合 GB/T 700、GB/T 4171、GB/T 1591、GB/T 702 的要求；7.1.1.2 承载扁钢可采用铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢及双相不锈钢材料，且符合 GB/T 4237、GB/T 3280 的要求。

随着钢格板应用领域的扩大,对材料的强度、耐候性、耐腐蚀性能等提出了更高的要求,不是 Q235A 或是 B 级钢可以满足,也不是热镀锌可以达到防腐的要求。我们把钢格板使用材料的范围放开,开拓新材料钢格板的新应用,使设计者和使用者有更多的选择。当然也给钢格板制造者和钢格板设备开发者提出了新的要求和创造了新的机遇。

不锈钢钢格板用在中性氯化物环境、炼油工业、石油化学和化学工业、化学工业用输送管道、石油和天然气工业、纸浆和造纸工业、化肥工业、尿素工业、磷肥工业、海水环境、能源与环保工业、轻工和食品工业、食品和制药工业的设备、高强度结构等场合的应用越来越广泛,我国国产的不锈钢钢种和热轧冷轧板带的产品足以使钢格板产品能够在强腐蚀环境或中等腐蚀环境中满足使用要求。

## 2、承载扁钢尺寸的允许偏差

钢格板承载扁钢可以采用热轧扁钢,根据 GB/T 702-2017《热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差》表 2 热轧扁钢的尺寸允许偏差规定,取其要求较高的组别,列为本标准的附表 1 承载扁钢尺寸允许偏差。

## 3、防腐措施

防腐措施在原标准中提到热浸锌表面处理、其他防腐涂层或喷(浸)漆,新条文提出在工业腐蚀环境下使用的钢格板,一是普通钢钢格板通过热浸锌或是防腐涂层保护的傳統方法;二是采用耐候结构钢或不锈钢制造,从材料本身的抗腐能力去满足使用要求;三是选用较厚的承载扁钢,以增加腐蚀裕量,所以在工业腐蚀环境下使用的钢格板建议不要使用 5mm 以下的规格。

采用耐候结构钢和不锈钢制造耐腐蚀的钢格板要推广。

### (六) 原标准正文第10章改为第8章,标题改为“使用设计”

这一章主要是钢格板在工业平台、通道的使用中的安全规定以及通道尺寸、荷载要求等。

1、钢格板铺设要使横杆在面上,横杆在下会影响钢格板的结构稳定性能。锻压型的压锁钢格板的横杆一般处于承载扁钢  $d/2$  的位置,则不存在这一问题。

2、由于钢格板是开敞式的地板,GB17888.2 硬性规定了不能让 35mm 直径的球通过其间隙坠落。特别在下方有人员工作或通行的平台或通道,楼梯及休息平台,紧急撤离通道等,要求更加严格,开敞间隙不能让 20mm 直径的球通过其坠落。否则要采取补足措施,例如加装防护网,以达到上述同等的安全水平。因此,原标准列为常用的承载扁钢厚度 $\leq 5\text{mm}$ ,中心间距为 40mm 的钢格板就不能直接用在工业平台和走道上了。

3、防止行人绊倒则是要求平台通道的平坦程度要符合高度差不超过 4mm。当钢格板施加荷载产生挠度之后和其相邻的未施加荷载的钢格板之间的高度差也不能超过 4mm。这也是 GB17888.2 标准的强制性规定。

4、防止钢格板的坠落风险,就是安装固定的牢靠问题。焊接固定是最为保险的固定方式。但是现场焊接既有施工的不便也有破坏防腐层的修复的问题。



5、射钉紧固是一种现代紧固技术，与传统的预埋固定，钻孔螺栓联接，焊接螺柱等方法相比，它具有许多优越性：

- ① 自带能源，从而摆脱了电线和风管的累赘，便于现场和高空作业。
- ② 操作快速、工期短，能大大减轻现场安装工人的劳动强度和缩短施工周期。
- ③ 对结构防腐层损害较少。

应用射钉紧固的钢格板安装固定，已经有不少的工程案例。本标准把射钉紧固列为钢格板安装固定方法之一，但强调射钉要由专业厂家供应，并应通过平台设计部门认可其紧固强度。

GB50018《冷弯薄壁型钢结构技术规程》中对射钉有如下规定：6.2.8 射钉只用于薄板与支承构件（即基材如檩条）的连接。射钉的适用直径为 3.7~6.0mm。

射钉的穿透深度（指射钉尖端到基材表面的深度，如图 6.2.8 所示）应不小于 10mm。



图 6.2.8 射钉的穿透深度

射钉基材的屈服强度应不小于  $150\text{N}/\text{mm}^2$ 。

我们把射钉的穿透深度不小于 10mm 作为安全指标规定，正如规定安装夹螺栓直径不小于 6mm 一样，为了防止钢格板构件坠落的风险。

6、传统的安装夹固定还是一种很好的安装方法。

（七）原标准正文第11章改为第9章 检验方法和检验规则

1、钢格板的成板过程，就是用压力电阻焊或是压锁，使承载扁钢和横杆相互固定。压力电阻焊接或是压锁成板之后，组成为一件承受荷载的板状构件。如何判定一件承受荷载的板状构件的质量，除了尺寸之外，连接强度应该是衡量品质的最重要指标。

2、中外钢格板标准尚未有连接强度的要求规定。

3、GB50144《工程建筑可靠性鉴定标准》规定：钢结构的安全性等级应按承载能力（包括构造和连接）项目评定，并取其中最低等级作为构件的安全性等级。

4、钢格板是一种承受荷载的板状构件，达到预期的承载要求并且不损坏，就是一件合格的钢格板。通过荷载检验达标而不变形不失稳，不发生脱焊或脱锁，可以判定所检验的钢格板合格。

5、原标准正文 11.3 性能检验：生产厂应定期抽样按附录 B 做产品荷载性能试验，改为生产厂应按照抽样规定做钢格板荷载检验。

6、以集中荷载设计值作用下钢格板不脱焊，不脱锁，挠度符合设计要求，卸载后不变形不失稳，残余挠度不超过跨距的 1/1000 作为合格判据。

7、产品抽样规定按照 GB50205《钢结构工程施工质量验收规范》并根据钢格板生产的实际,定为尺寸检查每批检查量为 10%,且不应少于 3 件,静力荷载检验每批不应少于 1 件。

8、表面防腐层的检查报告。

9、组批规则

钢格板按批检查和验收。每批应由同一材料、同一成板工艺、同一设备生产、同一型号的钢格板组成,每批钢格板的数量应不超过如下规定:

a) 板厚  $d \leq 30\text{mm}$ , 5000 件;

b) 板厚  $d > 30 \leq 50\text{mm}$ , 3000 件;

c) 板厚  $d > 50\text{mm}$ , 1000 件。

同一材料包括同一钢种牌号的炉(批),同一成板工艺指压焊还是压锁,同一设备生产指同一机组同一条生产线生产的产品,同一个规格型号的产品可以组合成一批。每批数量应不超过 150 吨。

(八) 原标准正文第 12 章改为第 10 章 订货合同、重量、面积和交付结算

1、标准正文 10.1 钢格板的订货内容(原标准第 6 章)

增加了 3 项: c)材料, d)包边要求和附加工作量, h)配套附件数量。

2、材料是合同必须首先要确定的,是碳素结构钢、低合金高强度结构钢、耐候结构钢,还是铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、双相不锈钢,要在合同中列明。

3、客户提出的包边要求,包括装饰包边和安全需求的承载包边,都是增加的工作量,应按实际发生或双方接受的估算工作量合理计费,以包边费用结算。

4、配套附件包括安装工具,紧固夹具,涂层修复的材料等的供应,数量和收费结算都应在订货内容中列明。

(九) 附录A

原标准附录 A 楼梯踏步板,并入标准的第 2 部分钢格板楼梯踏板。

附录A 钢格板静力荷载检验(规范性附录)

钢格板的荷载试验越来越显得重要,钢格板成板制作质量要用荷载试验来鉴定,不同抗弯强度设计值的材料制作的钢格板的荷载性能要用荷载试验来验证,钢格板的使用设计也要用荷载试验来验证。

1、荷载试验法

荷载试验法大致有三种,一是集中荷载试验,比如在某个有限的面积上施加一个集中荷载,测量在这个集中荷载作用下的相应变形程度。二是满跨均布面荷载试验法,测量满荷载时的变形程度。三是跨中集中荷载试验法,在钢格板跨中集中施加一个集中线荷载,测量跨中的最大弯曲挠度。

第一种方法和第三种方法是模拟实际荷载状态的测试方法,第二种方法是一种虚拟在全面积上均匀分布荷载施加作用的理想模型,满跨均布面荷载试验实施起来要困难得多。

2、在 98 标准修订中，我们把跨中集中荷载试验法第一次写进钢格板标准中去，也是世界上首部附有荷载试验法的钢格板标准，实施近 20 年来，这个试验法越来越成熟，也越来越为全世界同行所接受。

3、这次修订，把非规定检验修改为规定检验。

4、检验荷载的确定，我们把跨中集中荷载设计值作为检验荷载。

试样的跨中集中荷载设计值的计算：

每根承载扁钢的跨中集中荷载设计值

$$F_b=4M_b/L \dots\dots\dots (D. 1)$$

承载扁钢的弯矩设计值

$$M_b=fW_b \dots\dots\dots (D. 2)$$

承载扁钢的截面模量

$$W_b=bd^2/6 \dots\dots\dots (D. 1)$$

每根承载扁钢的跨中集中荷载设计值 $F_b$

$$F_b=2fbd^2/3L$$

试样的承载扁钢数为 n

试样的跨中集中荷载设计值 F

$$F=2nfbd^2/3L \dots\dots\dots (A. 1)$$

5、试样在跨中集中荷载设计值的作用下最大挠度的计算：

试样在跨中集中荷载设计值的作用下最大挠度就是每根承载扁钢在跨中集中荷载设计值的作用下最大挠度：

$$D_c=D_f$$

承载扁钢在跨中集中荷载设计值作用下的最大挠度

$$D_f=F_bL^3/48 \gamma EI_b \dots\dots\dots (D. 2)$$

$$D_f=F_bL^3/48 \gamma EI_b$$

$$D_f=(2fbd^2/3L)L^3/48 \gamma EI_b$$

$$I_b=bd^3/12$$

$$D_f=fL^2/6 \gamma Ed$$

$$D_c=fL^2/6 \gamma Ed \dots\dots\dots (A. 2)$$

6、附录还规定了试验报告及其应包括的信息，统一其作为质量文件的具体内容。

(十) 增加钢格板安装和固定的规定，作为附录 B（规范性附录）

1、 安装留间隙，让伸缩有余地，但最大间隙不能超过承载扁钢的净空间隙。

2、 固定牢靠是安全需要。直接焊接到支承架上是最可靠的方法。现在流行射钉紧固，施工方便有效率，我们把它列入为固定方法之一。

3、 传统的安装夹固定还是可取的。

### (十一) 附录C

增加钢格板C型钢包边的规定，作为附录C（资料性附录）。

C型钢包边增加了钢格板的强度和稳定性。

C型钢包边达到和满足承载包边的使用要求。

C型钢包边简单便捷，适合于自动化操作。

钢格板C型钢包边在欧洲流行，特别是压锁钢格板的包边。

### (十二) 附录D 钢格板外加荷载与挠度的计算（资料性附录）

原附录本意是把复杂的计算简化为经验公式，但结果却多出来一些经验系数，使公式没达到简化的效果，反而变得更复杂。本次修订，彻底改写了这个附录。

这一计算方法是本标准所特有的。在数据整理方面添加了跨中集中荷载数据处理，把试样施加的线荷载分解为每根承载扁钢的跨中集中荷载，然后再换算为钢格板的跨中集中荷载。钢格板等效满跨均布荷载则通过挠度计算公式推算出来。我们把根据材料抗弯强度设计值推算出来的集中荷载和均布荷载称之为集中荷载设计值和均布荷载设计值。

#### 1、钢格板跨中集中荷载设计值的计算

每一根承载扁钢就是一根简支梁，根据钢结构计算的方法，从计算每一根承载扁钢的弯矩开始。

承载扁钢的截面模量按照经典公式计算

$$W_b = bd^2/6$$

根据材料的抗弯强度设计值就可以算出承载扁钢的弯矩设计值

$$M_b = fW_b$$

$f$ 是钢材抗弯强度设计值。

材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值摘录如表 D1。

根据承载扁钢的弯矩设计值和跨距，就可以算出承载扁钢的集中荷载设计值

$$F_b = 4M_b/L$$

每米宽钢格板由  $K$  根承载扁钢组合而成，（ $K$  是每米宽钢格板的承载扁钢根数），所以承载扁钢集中荷载设计值与每米钢格板的承载扁钢的根数的乘积就是每米宽钢格板的集中荷载设计值

$$C = KF_b$$

#### 2、钢格板满跨均布荷载设计值的计算

承载扁钢的均布荷载设计值通过公式求得

$$Q_b = 8M_b/L^2$$

承载扁钢的均布荷载设计值与每米宽钢格板的承载扁钢的根数的乘积就是钢格板满跨均布荷载设计值

$$U = KQ_b$$

### 3、挠度计算

算出承载扁钢的截面惯性矩，根据挠度公式，就可以计算出来了，钢格板是一种两端支承的受弯板状构件，我们算出来的是跨中最大挠度。

经典的挠度计算公式，集中荷载作用下挠度  $D=FL^3/48EI$ ，均布荷载作用下挠度  $D=5QL^4/384EI$ ，用以计算钢格板的挠度，与实际差异较大。原因在于钢格板构件一些不可避免的结构因素影响构件的刚度。如在荷载作用下弯曲形心的变化等不可忽略的因素，抗弯刚度必须予以修正。

美标 ANSI NAAMM MBG-534-2012 不从抗弯刚度去检讨，而一再降低材料的抗弯强度设计值，把 ASTM A1011M SS GR250 钢材的抗弯强度设计值降低到 137.90 MPa，相当于材料的屈服强度标准值除以 1.82 的抗力分项系数，没有任何解释，based on many years of architectural metal experience. 但计算结果仍然未能与实际挠度相符。

抗弯强度设计值是材料力学特性决定的，以材料的屈服强度标准值除以抗力分项系数，是为了确保材料在弹性范围内使用，根据 GB 50017-2003《钢结构设计规范》，GB 50018-2002《冷弯薄壁型钢结构技术规范》，CECS 410-2015《不锈钢结构技术规程》的相关规定，我们在附录中表 D1 所列材料的抗弯强度设计值所取的分项系数为 1.165。已经是偏于安全的考虑了。

钢格板在外加荷载作用下的抗弯挠度取决于抗弯刚度 EI，E 由材料决定，是材料的弹性模量，I 是构件的截面惯性矩。钢格板的截面惯性矩是组合成钢格板的每根承载扁钢的截面惯性矩的集合  $I=\sum I_b$ ，由于弯曲形心的差异，每根承载扁钢对钢格板整体刚度的贡献不同，为计算的简化，我们将每根承载扁钢视同贡献均等， $I=kI_b$ 。

组合成钢格板的承载扁钢的抗弯刚度还应考虑承载扁钢的宽厚比、整体与局部的屈曲后的强度变化、侧向支撑不足对钢格板整体刚度的影响，调整系数在 1 至 0.55 之间。对各种影响抗弯刚度的因素取折减系数，刚度调整系数等于上述各种折减系数的乘积。

本附录计算中承载扁钢的抗弯刚度调整系数取值为：

$$\gamma = 0.729$$

钢格板跨中集中荷载设计值 C 作用下的跨中最大挠度

$$D_c = F_b L^3 / 48 \gamma EI_b$$

钢格板满跨均布荷载设计值 U 作用下的跨中最大挠度

$$D_u = 5Q_b L^4 / 384 \gamma EI_b$$

本附录刚度调整系数的选取，经过多种规格压焊钢格板的静力荷载检验验证，与计算结果相符合。

### 4、钢格板常用材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值和弹性模量

表 D1 钢格板常用材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值和弹性模量

材料	牌号	抗压和抗弯强度设计值	弹性模量
----	----	------------	------

		$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )
碳素结构钢	Q235	215	$206 \times 10^3$
耐候结构钢	Q235NH	200	
	Q355NH	300	
	Q460NH	395	
低合金高强度结构钢	Q345	310	
	Q390	350	
	Q420	380	
	Q460	410	
铁素体不锈钢	019Cr19Mo2NbTi (S11972)	235	$200 \times 10^3$
	06Cr13Al (S11348)	145	
奥氏体不锈钢	06Cr19Ni10 (S30408)	175	$193 \times 10^3$
	022Cr19Ni10 (S30403)	145	
	06Cr17Ni12Mo2 (S31608)	175	
	022Cr17Ni12Mo2 (S31603)	145	
双相不锈钢	022Cr23Ni5Mo3N (S22053)	385	$200 \times 10^3$
	022Cr25Ni7Mo4N (S25073)	470	

表中材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值和弹性模量数值来源:

- ① GB 50017-2003 《钢结构设计规范》
- ② GB 50018-2002 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》
- ③ CECS 410-2015 《不锈钢结构技术规程》

#### 5、钢格板外加荷载设计值与挠度设计值关系表

用上述的计算方法算出钢格板的跨中集中荷载设计值(C),

钢格板的满跨均布荷载设计值(U),

钢格板在跨中集中荷载设计值(C)的作用下的最大挠度(D<sub>c</sub>),

钢格板在满跨均布荷载设计值(U)的作用下的最大挠度(D<sub>u</sub>)。

(1) 原标准附录 E 表 E. 3, 扁钢中心间距 20mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 51 根, K=51/m 系列钢格板。属于小间隙系列(细目)钢格板, 用于大荷载平台或密集人群的场所使用。

本标准列为附录 D 的表 D2, 以耐候结构钢材料 Q235NH 为例去计算。

(2) 标准正文 8. 2. 2 规定: 在有人的地方上面的平台及通道、作为紧急撤离路线的通道、楼梯踏板和休息平台所用的钢格板的净空间隙应不能让直径 20mm 的球体通过下落。为了满足这一规定, 扁钢中心间距 23mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 44 根, K=44/m 的新系列钢格板要比 K=51/m 系列的细目钢格板节省。

本标准列为附录 D 的表 D3, 以双相不锈钢材料 022Cr23Ni5Mo3N (S22053) 为例去计算。

(3) 原标准附录 E 表 E. 1, 扁钢中心间距 30mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 34 根,  $K=34/m$  系列钢格板。为最常用钢格板系列。

本标准列为附录 D 的表 D4, 以碳素结构钢材料 Q235 为例去计算。

(4) 扁钢中心间距 33mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 31 根,  $K=31/m$  系列钢格板。也为常用钢格板系列, 原标准未列出。

本标准列为附录 D 的表 D5, 以奥氏体不锈钢 06Cr17Ni12Mo2 (S31608) 为例去计算。

(5) 原标准附录 E 表 E. 2, 扁钢中心间距 40mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 26 根,  $K=26/m$  系列钢格板。为常用钢格板系列。标准正文 8.2.1 规定: 工作平台或通道钢格板的净空间隙应不能让直径 35mm 的球体通过下落。在承载扁钢厚度不大于 5mm 的情况下, 该系列钢格板不能用在工作平台或通道上。所以我们把这一系列作出修改, 使之符合标准要求。把扁钢中心间距由 40mm 改为 38mm, 由  $K=26/m$  改为  $K=27/m$ 。

本标准列为附录 D 的表 D6, 以铁素体不锈钢材料 019Cr19Mo2NbTi (S11972) 为例去计算。

(6) 原标准附录 E 表 E. 6, 扁钢中心间距 40mm, 每米宽钢格板承载扁钢为 26 根,  $K=26/m$  系列钢格板。为重荷载钢格板常用钢格板系列。所用承载扁钢厚度不小于 6mm, 符合标准正文 8.2.1 规定。

本标准列为附录 D 的表 D7, 以低合金高强度结构钢材料 Q420 为例去计算。