



简明 钢结构 设计手册



● 严正庭 严立 编
● 中国建筑工业出版社

TU391.04

Y-993

简明钢结构设计手册

严正庭 编
严立

中国建筑工业出版社

826064

(京)新登字 035 号

本书根据最新颁布的国家标准《钢结构设计规范》(GBJ17—88)以及有关的材料和设计标准编写而成的。全书共有 20 章、10 个附录。其内容不仅包括钢结构基本构件设计、单层厂房钢结构设计、高层建筑钢结构设计、钢结构设计计算图表,而且还阐述钢结构塑性设计、压型钢板设计、钢与混凝土组合板、组合梁以及圆钢管结构节点的设计。

本书可供土建专业设计及施工人员使用,也可供土建专业科研人员和大专院校师生参考。

* * *

责任编辑 戚大庆



简明钢结构设计手册

严正庭 严立 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市顺义板桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 50½ 字数: 1229 千字

1996 年 8 月第一版 1996 年 8 月第一次印刷

印数: 1—4,100 册 定价: 66.50 元

ISBN 7-112-02825-6

TU·2150 (7935)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

100037

前 言

本手册依据最新颁布的《钢结构设计规范》(GBJ 17—88)及有关材料和设计标准,并总结多年来在钢结构设计中的经验和经过实践应用的最新科研成果编写而成。

本书共分20章:总则、材料、基本设计规定、荷载和地震作用、基本构件的计算与构造、连接、厂房框架柱、屋盖结构、吊车梁系统结构、单层厂房钢结构支撑、墙架、平台结构、塑性设计、直接焊接的圆管结构、压型钢板、钢与混凝土组合板、钢与混凝土组合梁、钢结构设计计算图表、钢结构的施工及验收、高层建筑钢结构。在内容上包括:钢结构基本构件设计、单层厂房钢结构设计、高层建筑钢结构设计、钢结构设计计算图表,同时阐述钢结构塑性设计、压型钢板设计、钢与混凝土组合板、组合梁以及圆钢管结构节点的设计。

由于本手册内容较多,编写工作量大,又限于编著者水平,难免有错误和不妥之处,敬请广大读者指正。本手册部分附图由严捷工程师绘制,于此特致谢意。

目 录

第一章 总则	1
第一节 基本原则	1
第二节 抗震设计的原则	1
第二章 材料	4
第一节 结构钢材	4
第二节 连接材料	7
第三章 基本设计规定	10
第一节 设计原则	10
第二节 设计指标	12
第三节 疲劳容许应力幅	15
第四节 结构变形的规定	19
第四章 荷载和地震作用	22
第一节 竖向荷载	22
第二节 风荷载	61
第三节 地震作用	71
第四节 荷载效应和地震作用效应的组合	77
第五章 基本构件的计算与构造	79
第一节 受弯构件计算	79
一、受弯构件的强度计算	79
二、受弯构件的整体稳定性计算	80
三、受弯构件的整体稳定性计算例题	85
四、受弯构件的局部稳定性计算	87
五、受弯构件的刚度	95
第二节 轴心受力和拉弯、压弯构件计算	95
一、轴心受拉和轴心受压构件	95
二、拉弯和压弯构件	99
三、轴心受压构件计算例题	107
第三节 构件的计算长度和容许长细比	112
一、构件的计算长度	112
二、构件的容许长细比	114
第四节 基本构件的构造要求	115
一、一般规定	115
二、柱	115
三、梁	115

第六章 连接	117
第一节 概述	117
第二节 焊缝连接	117
一、焊缝连接的形式	117
二、对接焊缝的计算	117
三、角焊缝的计算	119
四、角钢、圆钢的角焊缝计算	122
五、焊缝连接的构造要求	124
第三节 普通螺栓连接	126
一、普通螺栓连接的形式	126
二、普通螺栓连接的计算	127
三、螺栓连接的构造要求	129
第四节 高强度螺栓连接	130
一、高强度螺栓连接的计算	130
二、高强度螺栓连接的构造要求	131
第五节 拼接	131
第六节 连接计算示例	133
第七章 厂房框架柱	138
第一节 概述	138
一、柱网布置	138
二、温度伸缩缝	138
三、柱的类型	139
四、柱的截面形式	141
五、柱的截面尺寸选择	141
第二节 框架柱	142
一、柱的计算长度和容许长细比	142
二、柱截面计算	145
三、柱身的构造	149
四、缀条的计算与构造	152
五、柱人孔的构造和计算	154
六、柱肩梁的构造和计算	155
七、牛腿的构造和计算	160
八、柱脚的构造和计算	162
第三节 厂房的纵向刚度和纵向温度应力计算	176
一、纵向刚度计算	176
二、纵向温度应力计算	177
第四节 框架柱计算例题	179
一、阶形格构式框架柱计算示例	179
二、钢柱杯口式柱脚计算示例	202
第八章 屋盖结构	206
第一节 概述	206
一、一般设计要求	206

二、屋盖结构的组成与形式	206
三、屋盖荷载	207
第二节 天窗结构	208
一、天窗结构的形式	208
二、天窗结构的内力计算	211
三、天窗结构杆件的截面选择	212
四、天窗节点构造	212
第三节 普通钢屋架	214
一、普通钢屋架的形式与尺寸	214
二、普通钢屋架的内力计算	217
三、普通钢屋架杆件的截面选择	218
四、普通钢屋架的节点构造	222
第四节 轻型钢屋架	236
一、轻型钢屋架的使用范围	236
二、轻型钢屋架设计要点	236
三、三角形芬克式轻型钢屋架	238
四、三铰拱轻型钢屋架	239
五、梭形轻型钢屋架	240
第五节 托架与托梁	241
一、托架与托梁的形式	241
二、托架与托梁的设计要点	243
三、托架与托梁节点构造	243
第六节 檩条	246
一、概述	246
二、实腹式檩条	246
三、轻钢桁架式檩条	249
第七节 屋盖结构计算例题	251
一、檩条计算例题	251
二、天窗架计算例题	252
三、托架计算例题	255
四、屋架计算例题	257
第九章 吊车梁系统结构	262
第一节 概述	262
第二节 一般规定	264
第三节 荷载计算	264
第四节 焊接工字形吊车梁	267
一、内力计算	267
二、截面选择	269
三、强度计算	270
四、稳定性计算	272
五、挠度计算	277
六、连接和构造	278
七、其他注意事项	279

第五节 焊接箱形吊车梁	279
一、一般规定	279
二、荷载组合及截面计算	280
三、构造要求	284
第六节 吊车桁架	284
一、一般规定	284
二、内力计算	285
三、杆件强度、稳定性和挠度计算	289
四、连接节点和构造	290
第七节 壁行吊车梁	295
第八节 悬挂式吊车梁	299
第九节 制动结构及辅助桁架	311
一、一般规定	311
二、制动结构的强度、稳定性及挠度计算	312
三、制动结构的连接和构造	315
四、辅助桁架及支撑	317
第十节 吊车梁与框架柱的连接计算及构造	319
第十一节 吊车轨道和车挡	322
一、吊车轨道	322
二、车挡	323
第十二节 吊车梁计算例题	326
第十章 单层厂房钢结构支撑	334
第一节 概述	334
一、单层厂房钢结构支撑的作用	334
二、支撑种类	334
三、受力支撑与非受力支撑	334
第二节 支撑布置	335
一、天窗支撑	335
二、屋架上弦支撑	335
三、屋架下弦支撑	335
四、屋架垂直支撑	341
五、柱间支撑	341
六、附加的水平桁架及墙架支撑	343
七、檩条支撑	345
八、单层平台结构的支撑	346
第三节 支撑设计	348
一、支撑计算	348
二、支撑构造	349
第十一章 墙架	357
第一节 概述	357
第二节 墙架结构的布置	358
一、轻型墙的墙架结构布置	358
二、砌体自承重墙和大型墙板的墙架布置	360

第三节	墙架构件的构造	364
一、	墙体与横梁或柱的连接	364
二、	墙架横梁与柱的连接	364
三、	墙架柱的连接	366
四、	抗风桁架以及洞口上的竖直、水平桁架的连接构造	368
第四节	墙架构件计算例题	369
第十二章	平台结构	375
第一节	概述	375
第二节	平台结构构件的形式与计算	376
一、	平台铺板的形式与计算	376
二、	平台梁的形式与计算	378
三、	平台柱的形式与计算	383
第三节	平台结构的构造	386
一、	平台铺板的构造	386
二、	平台梁的构造	386
三、	平台柱的构造	389
第四节	栏杆和钢梯	391
一、	栏杆	391
二、	钢梯	391
第十三章	塑性设计	395
第一节	塑性设计的适用条件	395
第二节	塑性设计对钢材的要求	395
第三节	塑性设计中的计算表达式和分项系数	396
第四节	塑性设计中截面板件宽厚比	396
第五节	构件的计算	397
第六节	容许长细比和构造要求	399
第七节	计算例题	399
第十四章	直接焊接的圆管结构	403
第一节	钢管结构的适用范围	403
第二节	钢管节点的构造要求	403
第三节	支管与主管连接焊缝的计算	403
第四节	直接焊接管节点承载力设计值	404
第五节	计算例题	405
第十五章	压型钢板	407
第一节	基本设计规定	407
第二节	有效计算宽度	407
第三节	压型钢板截面尺寸及允许偏差	410
第四节	压型钢板的截面特性	417
第五节	构件验算	421
第六节	建筑构造	423
第七节	加工、运输及堆放	427
第八节	施工安装	429

第九节 防腐蚀	432
第十节 竣工验收	433
第十一节 计算例题	434
第十六章 钢与混凝土组合板	441
第一节 设计原则	441
第二节 组合板设计	443
第三节 组合板的构造要求	445
第十七章 钢与混凝土组合梁	447
第一节 一般要求	447
第二节 组合梁的基本性能	448
第三节 组合梁结构体系的具体做法	449
第四节 组合梁截面特征的计算	450
第五节 组合梁截面计算	456
第六节 组合梁的连接件	500
第七节 组合梁的构造要求	505
第八节 组合梁施工要点	509
第九节 连续组合梁	516
第十八章 钢结构设计计算图表	531
第一节 钢材的规格及截面特性	531
一、型钢的规格及截面特性	531
二、钢板的规格及尺寸	557
第二节 组合截面特性	559
第三节 紧固件的规格、尺寸及重量	591
第四节 轴心受压构件的稳定系数和柱的计算长度系数	603
一、轴心受压构件的稳定系数	603
二、柱的计算长度系数	614
第五节 构件的承载力设计值、承载力矩设计值	638
一、受弯构件的承载力矩设计值	638
二、轴心受压构件的承载力设计值	650
第六节 连接的承载力设计值	690
一、焊接连接的承载力设计值	690
二、普通螺栓的承载力设计值	692
三、高强度螺栓的承载力设计值	694
第十九章 钢结构的施工及验收	697
第一节 一般要求	697
第二节 钢结构的制作	697
一、放样、号料和切割	697
二、矫正、弯曲和边缘加工	698
三、组装	699
四、焊接	700
五、制孔	716
六、摩擦面的加工	718

七、端部铣平	718
八、除锈、涂层、编号和发运	718
九、构件验收	719
第三节 钢结构的安装	723
一、一般要求	723
二、基础	724
三、运输和堆存	724
四、安装和校正	724
五、连接和固定	725
第四节 工程验收	726
第二十章 高层建筑钢结构	729
第一节 结构体系和布置	729
一、结构体系和选型	729
二、结构平面布置	730
三、结构竖向布置	731
四、结构布置的其他要求	732
第二节 内力和位移计算	732
一、计算原则	732
二、静力计算	733
三、地震作用下的内力和位移计算	735
第三节 钢构件计算	736
一、梁	736
二、轴心受压柱	738
三、框架柱	740
四、中心支撑	741
五、偏心支撑	743
第四节 节点设计	746
一、设计原则	746
二、连接	747
三、梁与柱的连接	747
四、柱与柱的连接	750
五、梁与梁的连接	753
六、抗侧力构件与框架的连接	754
七、钢梁与混凝土结构的连接	756
附录	757
附录一 有关的标准及代号	757
附录二 全国重点抗震城市	758
附表1 全国重点抗震城市一览表	758
附录三 需要考虑远震影响的城镇	759
附录四 材料的性能	760
附表2 碳素结构钢的化学成分	760
附表3 碳素结构钢的力学性能(一)	760
附表4 碳素结构钢的力学性能(二)	761

附表 5	低合金钢的化学成分	761
附表 6	低合金钢的力学性能	761
附表 7	优质碳素结构钢的化学成分	762
附表 8	优质碳素结构钢的力学性能	762
附表 9	一般工程用铸造碳钢的化学成分和力学性能	763
附表 10	高强度螺栓、螺母、垫圈的性能等级和力学性能	763
附表 11	高强度螺栓、螺母、垫圈用原钢材的化学成分和力学性能	764
附表 12	焊接用钢丝的化学成分	765
附表 13	焊剂的参考成分及用途	766
附表 14	碳钢焊条的药皮类型和焊接电源	767
附表 15	碳钢焊条熔敷金属的化学成分和力学性能	770
附表 16	低合金钢焊条的药皮类型和焊接电源	771
附表 17	低合金钢焊条熔敷金属的化学成分和力学性能	772
附录五	型钢的规线距离和连接尺寸	773
附表 18	热轧角钢的规线距离	773
附表 19	热轧工字钢的规线距离	773
附表 20	热轧槽钢的规线距离	774
附表 21	热轧工字钢的连接尺寸	775
附表 22	热轧槽钢的连接尺寸	776
附录六	手工电弧焊焊接接头基本型式与尺寸	777
附表 23	手工电弧焊焊接接头基本型式与尺寸	777
附录七	埋弧焊焊接接头基本型式与尺寸	783
附表 24	埋弧焊焊接接头基本型式与尺寸	783
附录八	每米长钢板质量表	786
附表 25	每米长钢板质量表	786
附录九	钢筋的计算截面面积及公称质量表	791
附表 26	钢筋的计算截面面积及公称质量表	791
附录十	非法定计量单位与法定计量单位的换算关系	791
附表 27	非法定计量单位与法定计量单位的换算关系	791
参考文献	792

第一章 总 则

第一节 基 本 原 则

1. 为在钢结构设计中贯彻执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量、加快设计,特编制本手册。

2. 本手册适用于非抗震设计和抗震设防烈度为6度至9度的工业与民用房屋和一般构筑物的钢结构设计。

3. 对于抗震设防烈度为10度地区和行业有特殊要求的建筑抗震设计,应按《地震基本烈度十度区建筑抗震设防暂行规定》(89)建抗字第426号文件执行。本手册编制的设计原则是根据《建筑结构设计统一标准》(GBJ68—84)制定。

4. 设计钢结构时,应从工程实际情况出发,合理选用材料、结构方案和构造措施,满足结构在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求,宜优先采用定型的和标准化的结构和构件,减少制作、安装工作量,符合防火要求,注意结构的抗腐蚀性能。抗震钢结构应具有足够的承载力、刚度、延性和良好的耗能能力。

5. 在钢结构设计图纸和钢材订货文件中,应注明所采用钢的牌号(对碳素结构钢尚应包括质量等级、脱氧方法等)、连续材料的型号和对钢材所要求的力学性能和化学成分的附加保证项目。此外,在钢结构设计图纸中还应注明所要求的焊缝质量级别(焊缝质量级别的检验标准应符合国家现行《钢结构工程施工及验收规范》及《建筑钢结构焊接规程》)的规定。

6. 对有特殊设计要求和在特殊情况下的钢结构设计,尚应符合国家现行有关规范的要求。

第二节 抗震设计的原则

一、单层钢结构厂房的抗震设计原则

1. 厂房的平面布置,应符合下列要求:

(1) 多跨厂房宜采用等高厂房;

(2) 厂房的贴建房屋,不宜在厂房角部布置;

(3) 厂房体型复杂或有贴建房屋时,宜设防震缝,其宽度,在厂房纵横跨交接处可采用100~150mm,其他情况可采用50~90mm。

2. 突出屋面的天窗宜采用钢天窗架。

3. 跨度大于24m,或设防烈度为8度Ⅲ、Ⅳ类场地和设防烈度为9度时,可采用钢屋架。

4. 厂房的结构体系,应符合下列要求:

- (1) 厂房横向宜采用刚架或屋架与柱有一定固结的框架;
- (2) 厂房结构和构件应保证整体稳定和局部稳定;
- (3) 构件在可能产生塑性铰的最大应力区内,应避免焊接接头;
- (4) 节点(如支撑节点、柱脚、屋架与柱连接点等)的破坏,不应先于构件全截面屈服。

5. 厂房的围护墙应符合下列要求:

(1) 设防烈度为7度和8度时,宜采用与柱柔性连接的预制混凝土墙板或轻质墙板,不应采用嵌砌砖墙,设防烈度为8度时,如采用砌体围护墙,应采取措施使墙体不妨碍厂房柱列沿纵向的水平位移;

(2) 设防烈度为9度时,宜采用轻质墙板。

二、多层与高层建筑钢结构的抗震设计原则

1. 甲类建筑应按专门研究的地震动参数计算地震作用;
2. 6度设防位于I~III类场地上的丙类建筑可不计算地震作用;
3. 6度设防位于IV类场地上的丙类建筑、6度设防的乙类建筑以及7度至9度设防的乙、丙类建筑,应按本地区的设防烈度计算地震作用;
4. 6度设防的建筑可不进行罕遇地震作用的结构计算。

三、场地分类应符合《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)第三章第一节的规定。

四、建筑按其重要性可分为甲、乙、丙、丁四类,分类原则应按表1-1采用。

建筑类别

表 1-1

建筑类别	建筑的重要性
甲类	特殊要求的建筑,如遇地震破坏会导至严重后果(如产生放射性物质的污染,剧毒气体的扩散、大爆炸和其他政治、经济、社会的重大影响等)的建筑,应按国家规定的批准权限报请批准执行
乙类	国家重点抗震城市的生命线工程的建筑(如医疗、广播、电视、通讯、交通枢纽、供水、供电、供气、消防、粮食等),应按批准的城市抗震防灾规划或有关部门的批准文件执行
丙类	甲、乙、丁类以外的一般建筑
丁类	次要的建筑,如遇地震破坏不易造成人员伤亡和较大经济损失的建筑等

注:国家重点抗震城市见附录二。

五、在进行建筑抗震设计时,按表1-2要求的三水准抗震设防目标及其相应的概率水平进行。

六、高层建筑钢结构抗震设计为满足“三水准”抗震设防目标的要求,采取二阶段设计法,即

第一阶段设计:按小震作用效应和其他荷载效应的基本组合验算构件的承载力,以及在小震作用下验算结构的弹性变形,以满足第一水准抗震设防目标的要求。

第二阶段设计:在大震作用下验算结构的弹塑性变形,以满足第三水准抗震设防目标的要求。

至于第二水准抗震设防目标的要求,只要结构按第一阶段设计,并采取相应的抗震措

施，即可得到满足。

设防水准及其概率水平

表 1-2

水 准	涵 义	要 求	设计基准期内的超越概率
第一水准	小震不坏	当遭受低于本地区设防烈度的多遇地震影响时，一般不受损坏或不需修理仍可继续使用。	多遇地震对应的众值烈度 63.2%
第二水准	中震可修	当遭受本地区设防烈度的地震影响时，可能损坏，经一般修理或不需修理仍可继续使用	基本烈度 10%
第三水准	大震不倒	当遭受高于本地区烈度的罕遇地震影响时，不致倒塌或发生危及生命的严重破坏	罕遇地震对应的烈度 2~3%

第二章 材 料

第一节 结 构 钢 材

一、承重结构的钢材

承重结构的钢材，应根据结构的重要性、荷载特征、连接方法、工作温度等不同情况选择其钢的牌号和材质。

承重结构的钢材宜采用 Q235 的碳素结构钢，以及牌号 16Mn 钢和 15MnV 的低合金钢或与其相近的桥梁钢 16Mnq 和 15MnVq，其质量标准应分别符合现行标准《碳素结构钢》(GB700—88) 及《低合金结构钢》(GB1591—88) 和《桥梁用结构钢》的规定。

二、高层建筑钢结构的钢材

1. 抗震高层建筑钢结构的钢材应符合下列条件：

- (1) 钢材屈强比为 1.2~1.8；
- (2) 有明显的屈服平台；
- (3) 伸长率大于 20%；
- (4) 有保持延性的良好可焊性。

2. 抗震高层建筑钢结构不应采用 15MnV 或 15MnVq 钢。

3. 高层建筑钢结构不采用 Q235—A 级钢。

4. 采用焊接连接的梁与柱节点范围内，当节点约束较强、板厚大于 50mm，并承受沿板厚方向的拉力作用时，应附加要求板厚方向的伸长率保证，以防止层状撕裂。

三、压型钢板的钢材

压型钢板的钢材一般采用 Q215 及 Q235，有可靠依据时，可采用其他牌号，压型钢板可采用冷轧板、彩色涂层板和镀锌板制作，优先采用卷板，其基板厚度一般为 0.6~1.2mm。

四、碳素结构钢新旧标准对比

普通碳素钢的旧标准为《普通碳素结构钢技术条件》(GB700—79)，而其新标准为《碳素结构钢》(GB700—88)。GB700—88 的牌号表示方法以及对各牌号所规定的技术要求与 GB700—79 都不同，新旧标准牌号对照如表 2-1 所示。

GB700—88 中的钢牌号的表示方法是由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。例如：Q235—A·F，其符号意义如下：

Q——钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母；

A、B、C、D——分别为质量等级；

F——沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母；

b——半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母；

Z——镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母；

其板厚度一般为
0.6~1.2mm

TZ——特殊镇静钢“特镇”两字汉语拼音首位字母。

在牌号组成表示方法中，“Z”与“TZ”符号予以省略。

新旧 GB700 标准牌号对照

表 2-1

GB700—88	GB700—79
Q195 不分等级，化学成分和力学性能（抗拉强度、伸长率和冷弯）均须保证，但轧制薄板和盘条之类产品，力学性能的保证项目，根据产品特点和使用要求，可在有关标准中另行规定	1号钢 Q195 的化学成分与本标准 1 号钢的乙类钢 B1 同，力学性能（抗拉强度，伸长率和冷弯）与甲类钢 A1 同（A1 的冷弯试验是附加保证条件）。1 号钢没有特类钢
Q215 A 级 B 级（做常温冲击试验，V 型缺口）	A2 C2
Q235 A 级（不做冲击试验） B 级（做常温冲击试验，V 型缺口） C 级 D 级（作为重要焊接结构用）	A3（附加保证常温冲击试验，U 型缺口） C3（附加保证常温或 -20℃ 冲击试验，U 型缺口） — —
Q255 A 级 B 级（做常温冲击试验，V 型缺口）	A4 C4（附加保证冲击试验，U 型缺口）
Q275 不分等级，化学成分和力学性能均须保证	C5

五、不宜采用 Q235 沸腾钢的承重结构

下列情况的承重结构不宜采用 Q235 沸腾钢：

1. 焊接结构：重级工作制吊车梁，吊车桁架或类似结构，冬季计算温度等于或低于 -20℃ 时的轻、中级工作制吊车梁、吊车桁架或类似结构，以及冬季计算温度等于或低于 -30℃ 时的其他承重结构。

2. 非焊接结构：冬季计算等于或低于 -20℃ 时的重级工作制吊车梁、吊车桁架或类似结构。

上述冬季计算温度应按国家现行《采暖通风和空气调节设计规范》中规定的冬季空气调节室外计算温度确定，对采暖房屋内的结构可按规定值提高 10℃ 采用。

六、承重结构的钢材力学性能和化学成分要求

承重结构的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服点和硫磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证。必要时尚应具有冷弯试验的合格保证。对于重级工作制和吊车起重量等于或大于 50t 的中级工作制焊接吊车梁、吊车桁架或类似结构的钢材，应具有常温冲击韧性的合格保证。但当冬季计算温度等于或低于 -20℃ 时，对于 Q235 钢尚应具有 -20℃ 冲击韧性的合格保证；对于 16Mn 钢、16Mnq 钢、15MnV 钢或 15MnVq 钢尚应具有 -40℃ 冲击韧性的合格保证。对于重级工作制的非焊接吊车梁、吊车桁架或类似结构的钢材，必要时亦应具有冲击韧性的合格保证。

冶金工厂的夹钳吊车或刚性料耙吊车的吊车梁以及其他类似的最繁重操作的动力结构，宜采用 16Mnq 钢或 15MnVq 钢。