

轻型钢结构 建筑节点构造

侯兆欣
蔡昭昫 主编
李秀川



轻型钢结构建筑节点构造

侯兆欣 蔡昭昫 李秀川 主编



机械工业出版社

本书根据长期从事轻型钢结构建筑的科研、设计、加工制造和安装的实践经验，结合国内外实际工程的有关资料总结汇集而成。内容包括：结构构造、建筑构造和附录 3 部分。重点介绍的是单层门式刚架建筑的内容。

本书可供从事钢结构建筑科研、设计与施工的工程技术人员参考使用，也可作为结构工程专业的钢结构教学辅导教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻型钢结构建筑节点构造/侯兆欣等主编. —北京：机械工业出版社，2003.7
ISBN 7-111-12547-9

I. 轻... II. 侯... III. 轻型钢结构—节点 IV. TU392.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 064014 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑：赵 荣 版式设计：冉晓华 责任校对：李秋荣
封面设计：张 静 责任印制：路 琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
890mm×1240mm A4·9.5 印张·2 插页·301 千字
0 001—4 000 册
定价：38.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国民经济的发展,轻型钢结构建筑以其外形美观、施工进度快、符合环境保护和综合造价低等优势,在我国得到广泛应用。从20世纪80年代初,在深圳蛇口工业区首次采用以后,经过二十几年的时间,已经发展到每年在施面积几百万平方米、用钢量几十万吨的规模。轻型钢结构建筑主要用于工业厂房、仓库、住宅、商场等公用建筑以及临时性建筑和建筑物加层改造工程等,已经深入到社会的各个领域,并以其特有的现代化建筑形象,取得了各行各业的认可,在中国建筑行业占有不可缺少的地位。

多年来,在理论上给轻型钢结构建筑一个明确的定义,似乎非常困难。但作为一个普遍存在的新型建筑,本书尝试着从各个方面对轻型钢结构建筑进行一下描述:

1. 轻型钢结构建筑物的围护材料,应该是轻质高强的材料,比如彩色压型钢(铝)板,夹芯保温板等;不能把采用砌块、混凝土等传统材料作为围护材料的建筑称为轻型钢结构建筑。

2. 轻型钢结构建筑的结构构件用钢应该是轻型H型钢,薄板焊接而成的型钢、冷弯薄壁型钢等轻型高效截面材料;不能把由厚钢板型钢作为承重结构的房屋称为轻型钢结构建筑。

3. 轻型钢结构建筑的结构跨度和高度,应控制在跨度不大于60m、高度不大于30m的范围内。否则应称为大跨度钢结构或高耸、高层钢结构。

4. 轻型钢结构建筑内的起重设备(如吊车)应控制在:桥式吊车起重重量在20t以下,悬挂吊车起重重量在3t以下。

5. 轻型钢结构建筑的结构用钢量(包括围护构件),单层房屋用钢量一般小于 $50\text{kg}/\text{m}^2$;多层房屋一般控制在 $60\text{kg}/\text{m}^2$ 以下。

以上5个方面的描述纯属本书的观点,供广大工程技术人员参考,一些专家、学者从设计与计算理论方面作过定义,但截止目前为止,尚没有比较明确的定义。

本书编者均为中冶集团建筑研究总院(原冶金建筑研究总院)多年从事轻型钢结构建筑的科研开发、设计与施工的工程技术人员。本书是长期从事轻型钢结构建筑技术工作的经验总结,可供从事钢结构建筑科研、设计、加工制造和施工安装的工程技术人员参考使用,亦可作为高等院校结构工程专业的钢结构教学辅导教材。

本书包括结构构造、建筑构造及附录3部分内容。其中结构构造部分由李秀川、文双玲编写,建筑构造部分由蔡昭昫、林莉编写,张煜、刘靖提供了部分工程实例,全书由侯兆欣主编。全书由吴耀华、朱安育两位专家审稿。在编写过程中还得到中冶集团建筑研究总院、中国京冶建设工程承包公司、中国钢结构协会专家委员会有关领导和专家的大力支持和帮助,在此谨致以衷心的感谢。

由于我们的水平有限,书中还会存在不少缺点和问题,恳请读者提出批评和指正。

编者
2003年9月

目 录

前言

第一篇 结构构造	1
第1章 设计说明	2
第2章 门式刚架结构类型	6
第3章 梁—梁、梁—柱连接	28
第4章 牛腿、吊车梁（桁架）及其连接	37
第5章 柱脚形式	43
第6章 围护结构及支撑体系	49
第二篇 建筑构造	63
第1章 设计说明	64
第2章 屋面板	68
第3章 高低跨	79
第4章 墙面	82
第5章 门窗连接	86
第6章 天窗及通风口	93
第7章 挑檐雨蓬	99
第8章 采光板	103
第9章 避雷、空调支架、变形缝等其它构造	107
第10章 夹芯板组合房屋节点	117
第三篇 附录	121
第1章 钢材	122
第2章 焊接	126
第3章 紧固件连接	129
第4章 压型钢板及夹芯保温板	136
参考文献	147

第一篇 结构构造

第 1 章 设计说明

1.1 设计依据

1. 国家标准

现行《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068

现行《厂房建筑模数协调标准》GB50006

现行《房屋建筑制图统一标准》GB50001

现行《建筑结构荷载规范》GB50009

现行《建筑抗震设计规范》GB50011

现行《钢结构设计规范》GB50017

现行《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018

现行《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205

2. 行业标准，协会标准等推荐性标准

现行《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》CECS102

现行《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81

现行《钢结构高强度螺栓连接的设计、施工及验收规程》JGJ82

现行《钢—混凝土组合楼盖设计与施工规程》YB9238

3. 配合使用的标准图集

现行《门式刚架钢结构体系（一）》01G518

现行《门式刚架轻型房屋钢结构（有悬挂起重机的）》

现行《压型钢板、夹心板屋面及墙体建筑》01J925-1

现行（一）《多、高层民用建筑钢结构节点构造》01SG519

1.2 材料选用及设计指标

1. 钢材

(1) 为保证承重结构的承载能力，同时，防止在一定条件下出现脆性破坏，应根据结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接构造方式、钢材厚度和工作环境等因素综合考虑，选用合适的钢材牌号和材料性能。

承重结构的钢材宜采用 Q235 钢、Q345 钢、Q390 钢和 Q420 钢，其质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 和《低合金高强度结构钢》GB/T1591 的规定。当采用其它牌号或进口钢材时，应符合相应有关标准的规定和要求，见表 1-1-1 结构钢材选用建议。

(2) 承重结构的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构构造尚应具有碳含量的合格保证。

对于焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材，还应具有冷弯试验的合格保证。

对于需要验算疲劳的焊接结构的钢材，应具有常温（20℃）冲击韧性的合格保证。当结构工作温度等于或低于 0℃ 但高于 -20℃ 时，Q235 钢和 Q345 钢应具有 0℃ 冲击韧性的合格保证；对 Q390 钢和 Q420 钢

应具有-20°C冲击韧性的合格保证；当结构工作温度等于或低于-20°C时，对Q235和Q345钢应具有-20°C冲击韧性的合格保证，对Q390钢和Q420钢应具有-40°C冲击韧性的合格保证。

对于需要验算疲劳的非焊接钢结构的钢材，应具有常温(20°C)冲击韧性的合格保证，当结构工作温度等于或低于-20°C时，对Q235和Q345钢应具有0°C冲击韧性的合格保证，对Q390和Q420钢应具有-20°C冲击韧性的合格保证。

重要的受拉或受弯的焊接构件构造中，当钢板厚度 $\geq 16\text{mm}$ 时，应具有常温冲击韧性的合格保证。

表 1-1-1 结构钢材选用建议

荷载性质	结构类别	工作环境温度	焊接结构	非焊接结构
承受静载及间接动荷载	受拉、弯的重要结构其它承重结构	高于-20°C	Q235B, Q345A	Q235A, Q345A
		低(等)于-20°C	Q235B·Z, Q345B	Q235A·Z, Q345A(或B)
		高于-30°C	Q235BF(或B·F), Q345A	Q235A(或A·F), Q345A
		低(等)于-30°C	Q235B·Z, Q345A(或B)	Q235A·Z, Q345A(或B)
直接承受动荷载	不需验算疲劳的结构需验算疲劳的结构	高于-20°C	Q235B·Z, Q345A(或B)	Q235B(或B、Z), Q345A
		低(等)于-20°C	Q235B·Z(Q235C), Q345A(或B)	Q235B·Z, Q345A(或B)
		高于-10°C	Q235B·Z, Q345B	Q235B·Z, Q345A
		-10°C~高于-20°C	Q235C, Q345C	Q235B·Z, Q345B
		低(等)于-20°C	Q235D, Q345D	Q235C, Q345C

GB/T 1591—1994的牌号与GB 1591—1988标准中的对应牌号对照如表1-1-2所示。

表 1-1-2 GB/T 1591—1994与GB 1591—1988中的对应牌号对照

GB/T 1591—1994	GB 1591—1988
Q235	A3
Q345	12MnV, 14MnNb, 16Mn, 16MnRE, 18Nb
Q390	15MnV, 15MnTi, 16MnNb
Q420	15MnVN, 14MnVTiRE

(3) 钢材的强度设计值(材料强度的标准值除以抗力分项系数)，应根据钢材厚度或直径按表1-1-3采用。

表 1-1-3 钢材的强度设计值

(N/mm²)

钢 材		抗拉、抗压和抗弯强度	抗剪强度	端面承压强度(刨平顶紧)
牌 号	厚度或直径/mm	f	f_v	f_{ce}
Q235	≤ 16	215	125	325
	16~40	205	120	
	40~60	200	115	
	60~100	190	110	
Q345	≤ 16	310	180	400
	16~35	295	170	
	35~50	265	155	
	50~100	250	145	
Q390	≤ 16	350	205	415
	16~35	335	190	
	35~50	315	180	
	50~100	295	170	
Q420	≤ 16	380	220	440
	16~35	360	210	
	35~50	340	195	
	50~100	325	185	

注：表中厚度系指计算点的钢材厚度。

对其它结构用钢，其强度设计值可以参照表1-1-4中碳素结构钢和低合金高强度结构钢的抗力分项系数

确定。

表 1-1-4 抗力分项系数

	抗拉强度	抗剪强度	承压强度
碳素结构钢	$f = f_y/1.087$	$f_v = f/\sqrt{3}$	$f_{ce} = f_d/1.150$
低合金高强度结构钢	$f = f_y/1.111$	$f_v = f/\sqrt{3}$	$f_{ce} = f_d/1.175$

2. 钢铸件

当结构采用钢铸件时，铸钢材质应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳素钢》GB/T11352 的规定，其钢铸件的强度设计值见表 1-1-5。

表 1-1-5 钢铸件的强度设计值 (N/mm²)

钢号	抗拉、抗压和抗弯强度 f	抗剪强度 f_v	端面承压 (刨平顶紧) f_{ce}
ZG200-400	155	90	260
ZG230-450	180	105	290
ZG270-500	210	120	325
ZG310-570	240	140	370

3. 焊接材料

(1) 手工焊接采用的焊条，应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T5117 或《低合金钢焊条》GB/T5118 的规定，对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构，宜采用低氢型焊条。

(2) 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝、焊剂、氩气、二氧化碳等焊接材料，应符合相应的现行国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T8110、《碳钢药芯焊丝》GB/T10045、《低合金钢药芯焊丝》GB/T17493、《碳素钢埋弧焊用焊剂》GB/T5293、《低合金钢埋弧焊用焊剂》GB/T12470、《氩气》GB/T4842、《焊接用二氧化碳》HG/T2537 的规定。

(3) 焊缝金属应与主体金属相适应，当不同强度的钢材连接时，可采用与低强度钢材相适应的焊接材料。

(4) 焊缝的强度设计值见表 1-1-6。

表 1-1-6 焊缝的强度设计值 (单位: N/mm²)

焊接方法和焊条型号	构件钢材		对接焊缝			角焊缝 抗拉、抗压和 抗剪强度 f_w^a	
	牌号	厚度或直径 /mm	抗压强度 f_c^a	焊缝质量为下列等级时， 抗拉强度 f_t^a			抗剪强度 f_v^a
			一、二、三级	一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 E43 型 焊条的手工焊	Q235	≤16	215	215	185	125	
		>16~40	205	205	175		120
		>40~60	200	200	170		115
		>60~100	190	190	160		110
自动焊、半自动焊和 E50 型 焊条的手工焊	Q345	≤16	310	310	265	180	
		>16~35	295	295	250		170
		>35~50	265	265	225		155
		>50~100	250	250	210		145
自动焊、半自动焊和 E55 型 焊条的手工焊	Q390	≤16	350	350	300	205	
		>16~35	335	335	285		190
		>35~50	315	315	270		180
		>50~100	295	295	250		170
自动焊、半自动焊和 E55 型 焊条的手工焊	Q420	≤16	380	380	320	220	
		>16~35	360	360	305		210
		>35~50	340	340	290		195
		>50~100	325	325	275		185

注：1. 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属抗拉强度不低于相应手工焊焊条的数值。

2. 焊缝质量等级应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

3. 对接焊缝抗弯受压区强度设计值取 f_c^a ，抗弯受拉区强度设计值取 f_t^a 。

4. 连接紧固件

- (1) 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C级》GB/T5780、《六角头螺栓》GB/T5782 的规定。
- (2) 高强度螺栓连接副应符合现行国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T3632—3633、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈与技术条件》GB/T1228—1231 的规定。
- (3) 圆柱头焊钉（栓钉）连接件的材料应符合现行国家标准《圆柱头焊钉》GB/T10433 的规定。
- (4) 铆钉应采用现行国家标准《标准件用碳素钢热轧圆钢》GB/T715 中规定的 BL2 或 BL3 钢制成。
- (5) 紧固件连接的强度设计值如表 1-1-7 所示。

表 1-1-7 螺栓连接的强度设计值

(单位: N/mm²)

螺栓的钢材牌号 (或性能等级) 和构件的钢材牌号		普通螺栓						锚栓	承压型连接高强度螺栓		
		C级螺栓			A级、B级螺栓				抗拉强度 f_t^a	抗剪强度 f_v^a	承压强度 f_c^a
		抗拉强度 f_t^b	抗剪强度 f_v^b	承压强度 f_c^b	抗拉强度 f_t^c	抗剪强度 f_v^c	承压强度 f_c^c				
普通螺栓	1.6级、4.8级	170	130	—	—	—	—	—	—	—	
	8.8级	—	—	—	350	250	—	—	—	—	
锚栓	Q235	—	—	—	—	—	—	140	—	—	
	Q345	—	—	—	—	—	—	180	—	—	
承压型高强度 螺栓连接副	8.8级	—	—	—	—	—	—	—	250	—	
	10.9级	—	—	—	—	—	—	—	310	—	
构件	Q235	—	—	305	—	—	405	—	—	465	
	Q345	—	—	385	—	—	510	—	—	590	
	Q390	—	—	400	—	—	530	—	—	615	
	Q420	—	—	425	—	—	560	—	—	655	

注: 1. A级螺栓用于 $d \leq 24\text{mm}$ 和 $l \leq 10d$ 或 $l \leq 150\text{mm}$ (按较小值) 的螺栓; B级螺栓用于 $d > 24\text{mm}$ 或 $l > 10d$ 或 $l > 150\text{mm}$ (按较小值) 的螺栓。 d 为公称直径, l 为螺杆公称长度。

2. A、B级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度, C级螺栓孔的允许偏差和孔壁表面粗糙度, 均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的要求。

每个高强度螺栓的预拉力如表 1-1-8 所示。

表 1-1-8 每个高强度螺栓的预拉力 P

(单位: kN)

螺栓的性能等级	螺栓公称直径 mm					
	M16	M20	M22	M24	M27	M30
8.8级	70	110	135	155	205	250
10.9级	100	155	190	225	290	355

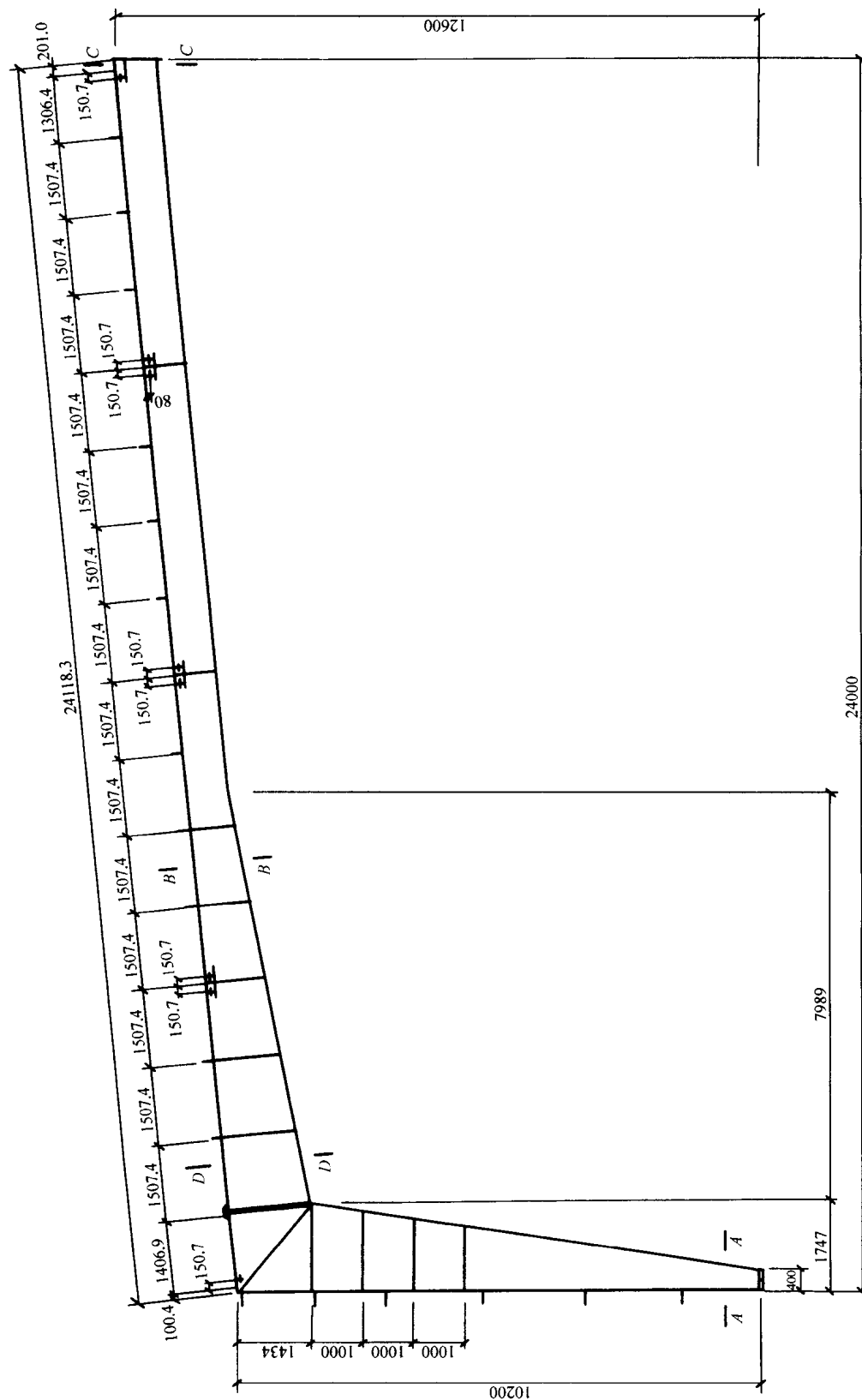
高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数如表 1-1-9 所示。

表 1-1-9 高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数 μ

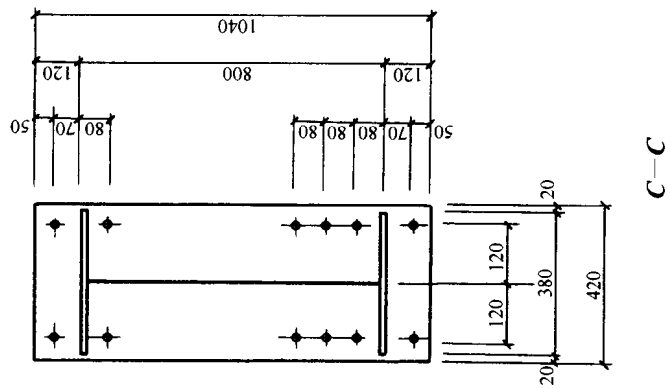
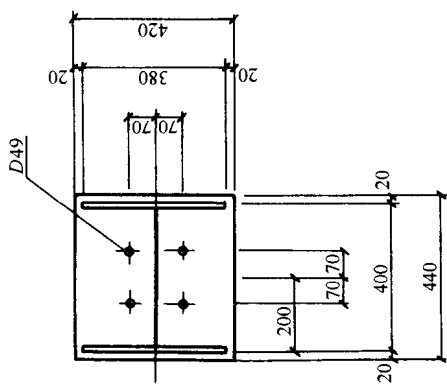
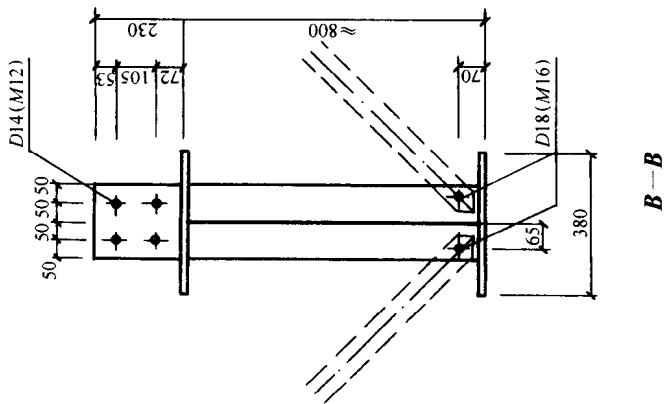
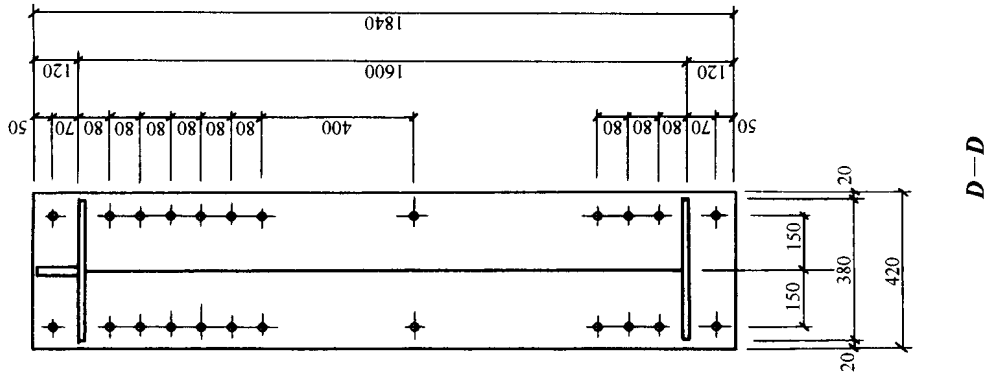
在连接处构件接触面的 处理方法	构件的钢号		
	Q235	Q345、Q390	Q420
喷砂(丸)	0.45	0.50	0.50
喷砂(丸)后涂无机富锌漆	0.35	0.40	0.40
喷砂(丸)后生赤锈	0.45	0.50	0.50
钢丝刷清除浮锈或未经处理的 干净轧制表面	0.30	0.35	0.40

第 2 章 门式刚架结构类型

1. 单跨——柱向内倾斜门式刚架示意

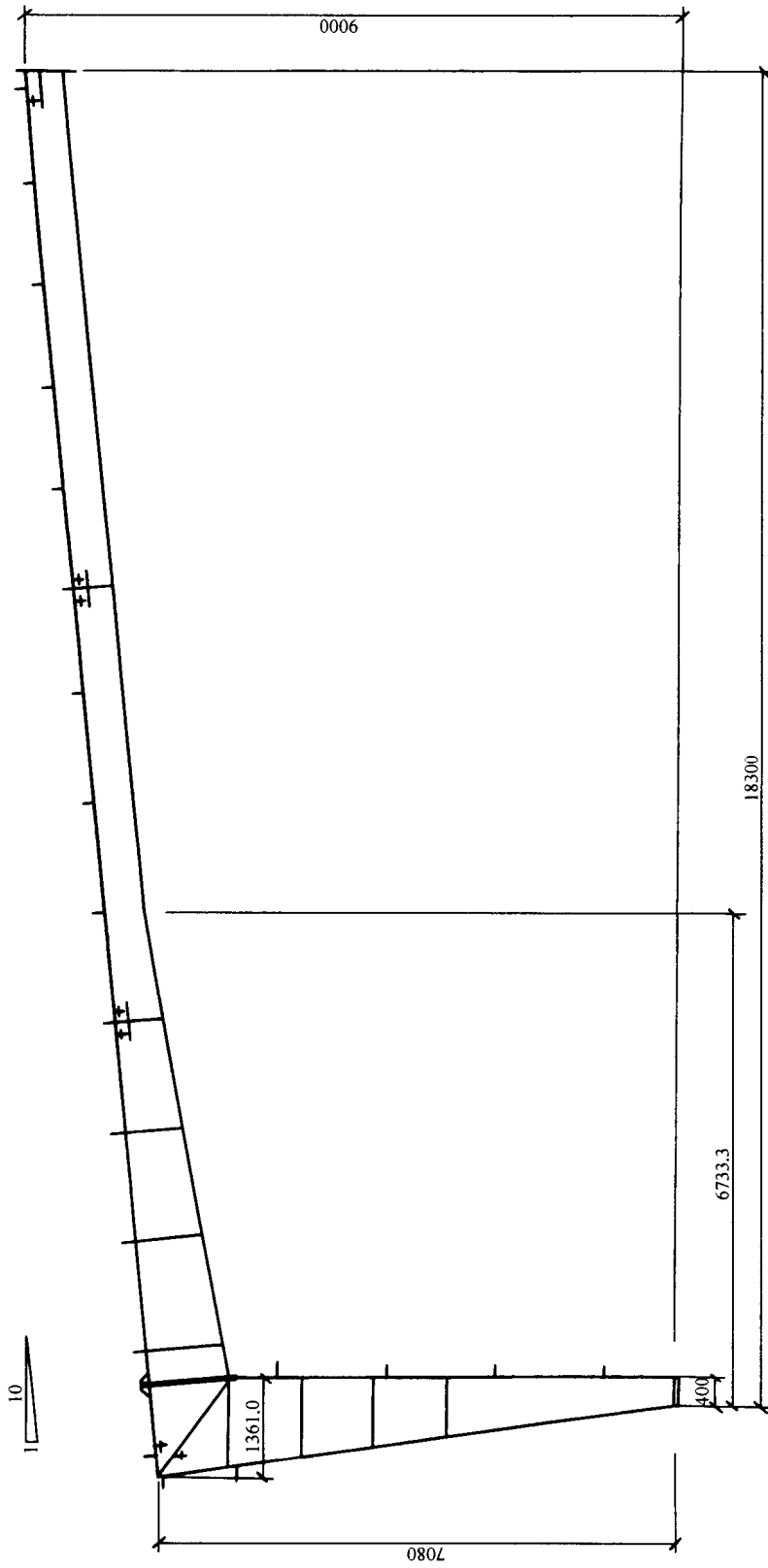


刚架示意



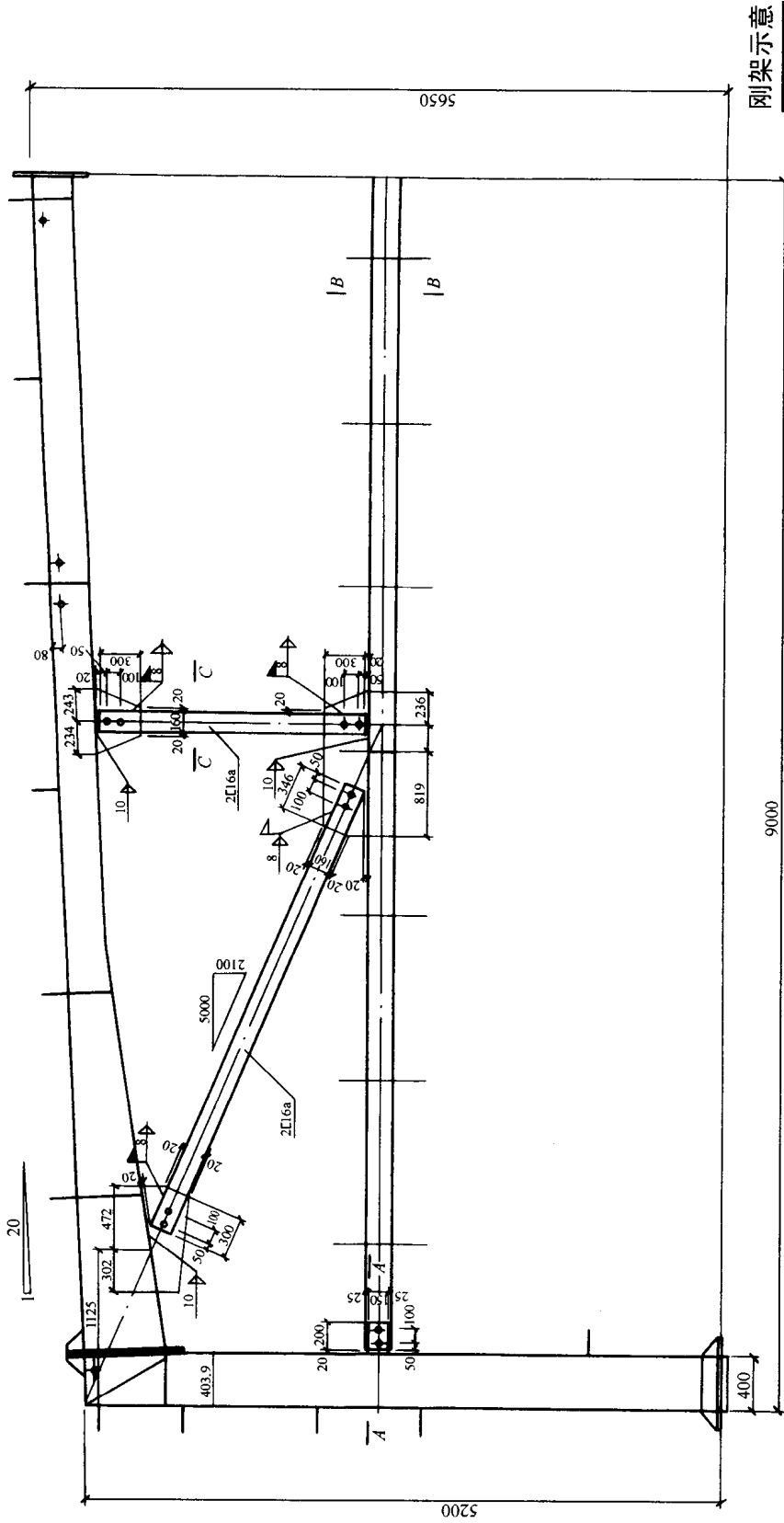
节点详图

2. 单跨——柱向外倾斜门式刚架示意

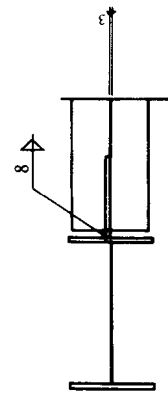


刚架示意

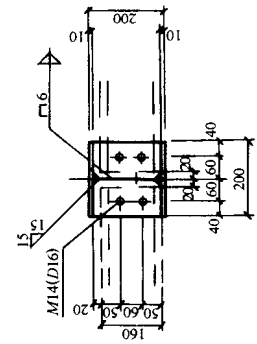
3. 单跨——加强桁架式刚架示意



刚架示意



A-A



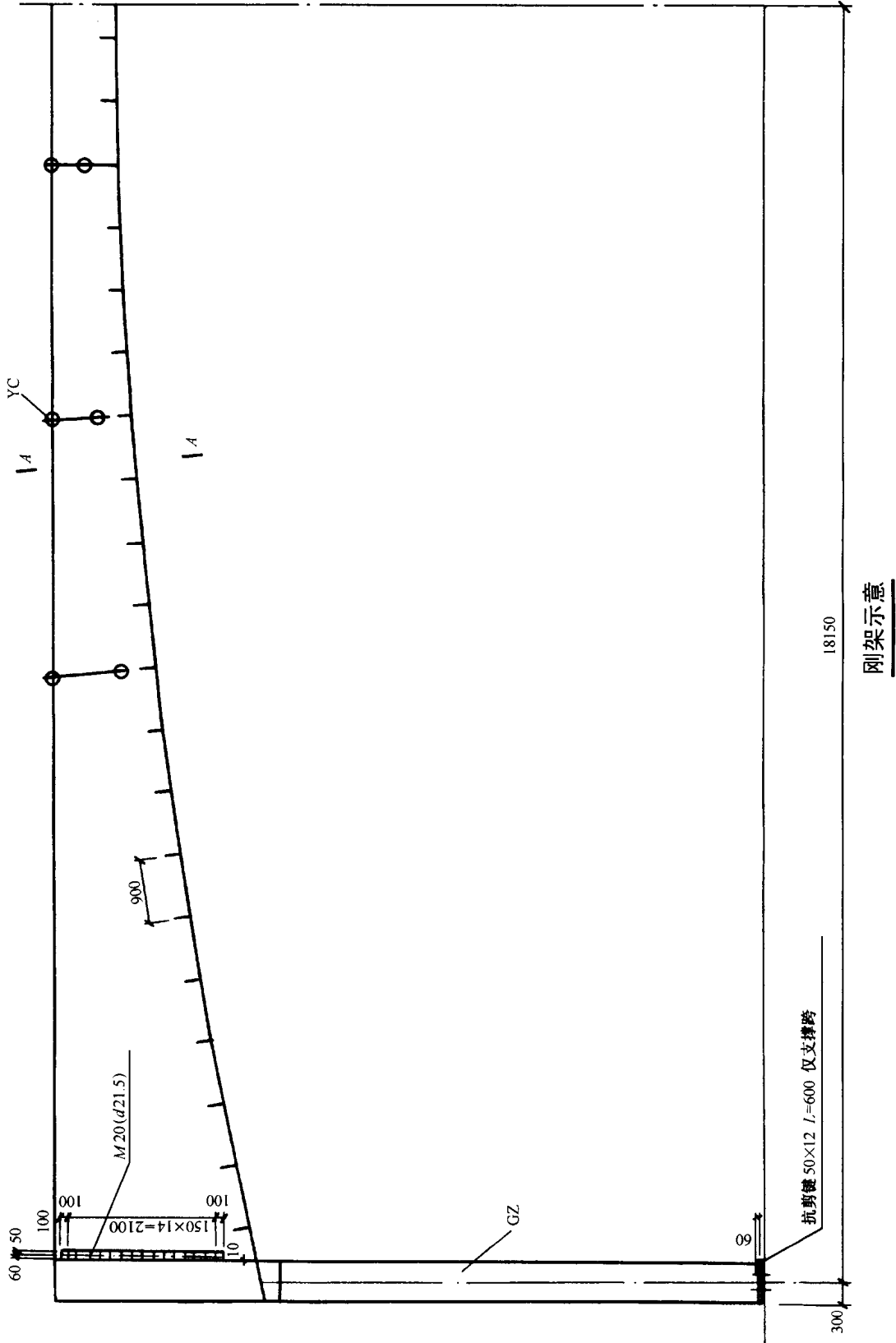
B-B

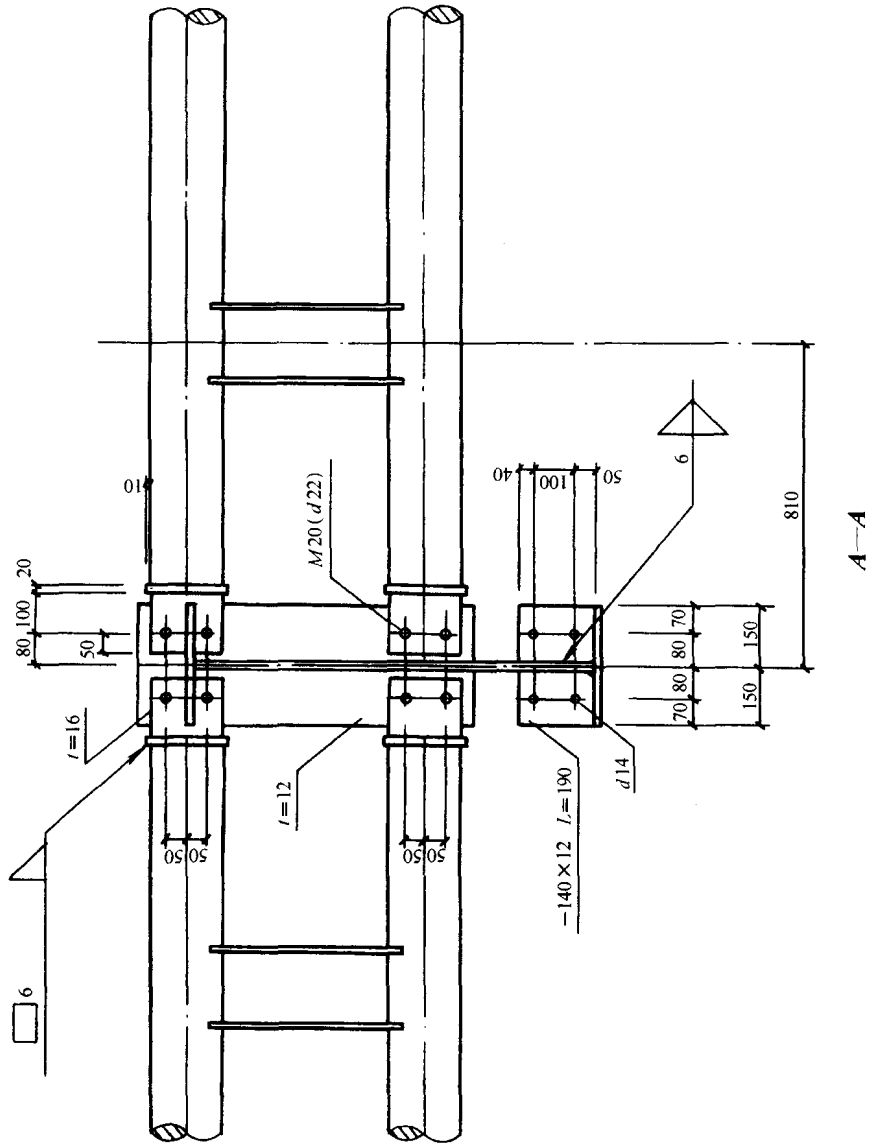


C-C

节点详图

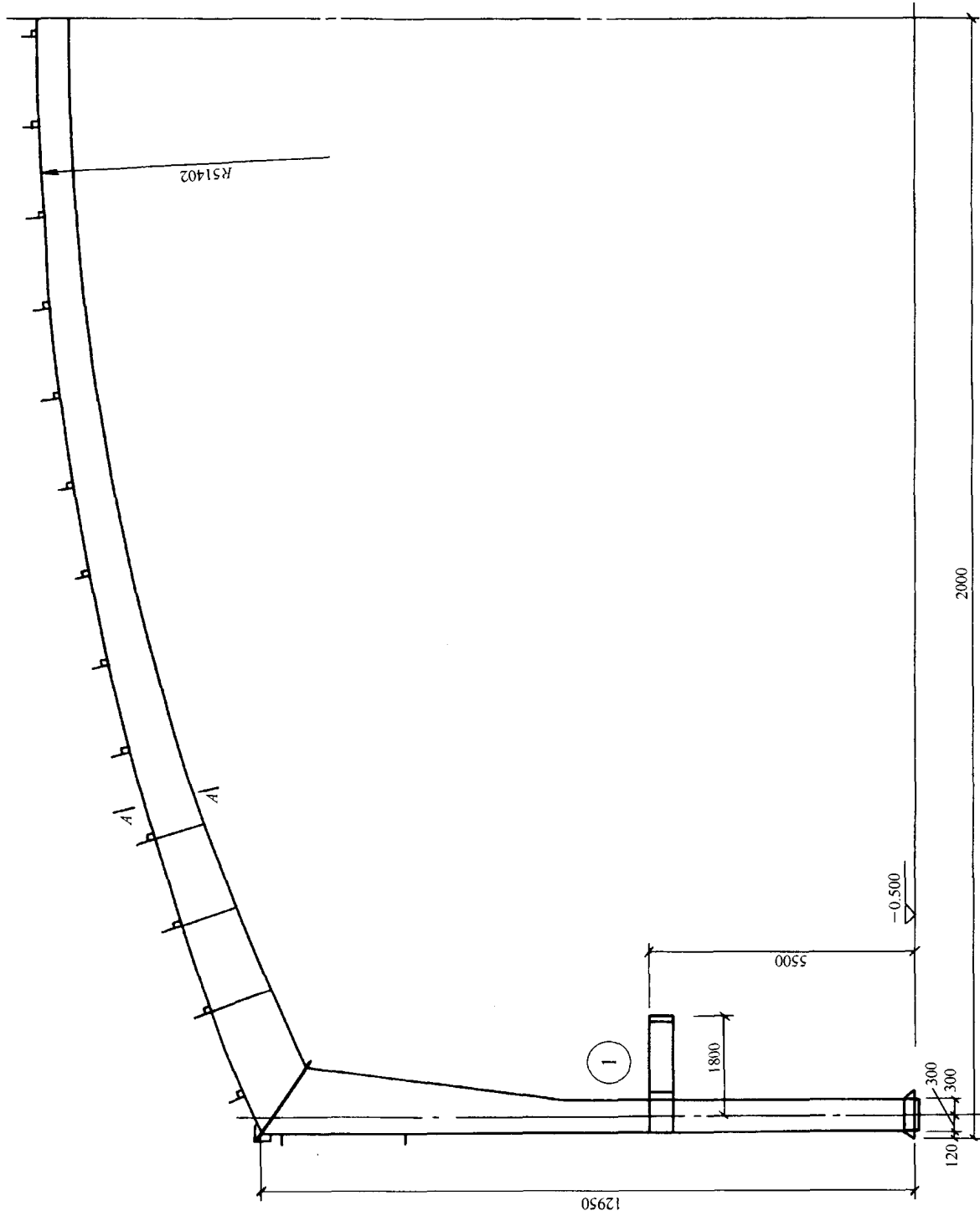
4. 单跨——加强屋面梁式刚架示意





节点详图

5. 单跨——弧线梁式刚架示意 (一)



刚架示意