

李继业 主编

新型装饰金属工程 施工工艺



Chemical Industry Press



化学工业出版社

TU 167

0

新型装饰金属工程施工工艺

李继业 主编



化学工业出版社

· 北京 · /

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

新型装饰金属工程施工工艺/李继业主编, —北京:
化学工业出版社, 2005.1
ISBN 7-5025-6416-0

I. 新… II. 李… III. 金属饰面材料-工程装修
IV. TU767

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 130233 号

新型装饰金属工程施工工艺

李继业 主编

责任编辑: 王蔚霞

文字编辑: 韩庆利

责任校对: 李 军

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 256 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6416-0/TU·74

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书重点介绍了金属装饰工程中的金属材料、施工机具和施工工艺,也详细介绍了装饰施工企业组织与管理的具体内容。书中内容按照针对性、通俗性和规范性的原则,突出理论与实践相结合,突出工程中的实用性和可操作性。

本书既可以作为建筑装饰金属工程设计和施工人员的技术参考书,也可以作为高职高专建筑装饰类专业学生的教学参考书。

前 言

随着我国国民经济的飞速发展，人们对物质文化生活的需求不断提高，建筑装饰在美化城市、改善环境、提高工作和居住条件等方面，越来越起到至关重要的作用和受到人们的广泛关注。金属装饰工程是建筑装饰工程重要的组成部分，随着对建筑艺术和装饰水平的高标准要求，金属装饰工程越来越显示出其独特的魅力和效果。因此，学习金属装饰工程方面的基本知识，提高金属装饰工程施工水平，确保金属装饰工程的施工质量，促进建筑装饰行业的发展，具有十分重要的意义。

本书是为满足提高金属装饰方面的设计与施工技术人员的基本素质的需求而编写。本书按照针对性、通俗性和规范性的原则，突出理论与实践相结合，突出工程中的实用性和可操作性，重点介绍了金属装饰工程中的金属材料、施工机具和施工工艺，也详细介绍了装饰施工企业组织与管理的具体内容。

本书既可以作为建筑装饰金属工程设计和施工人员的技术参考书，也可以作为高职高专建筑装饰类专业学生的教学参考书。

本书由李继业担任主编，并负责全书的统稿工作。胡琳琳、苗蕾参加了编写，胡琳琳负责全书的校对工作，苗蕾负责全书的绘图工作。编写的具体分工为：李继业撰写第一章、第四章，胡琳琳撰写第三章，苗蕾撰写第二章。

由于编者的水平有限，掌握的资料不全，缺点、错误在所难免，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2005 年 1 月

目 录

第一章 金属装饰材料	1
第一节 建筑装饰钢材.....	2
第二节 铝合金装饰材料	31
第三节 其他金属装饰材料	54
第四节 金属连接材料	61
第二章 金属工装饰施工机具	77
第一节 锯（切、割、截、剪）断机具	77
第二节 钻（拧）孔机具	82
第三节 铣、车、钻、刨机具	88
第四节 锻压、焊接机具	97
第五节 铆固与钉牢机具.....	105
第六节 磨光机具.....	108
第三章 金属装饰施工工艺	112
第一节 金属结构安装.....	112
第二节 金属饰面板施工.....	151
第三节 金属门窗安装.....	160
第四章 建筑装饰金属工程施工组织与管理	212
第一节 施工组织设计的基本概念.....	212
第二节 建筑装饰金属工程的施工程序.....	218
第三节 建筑装饰金属工程的施工准备.....	220
第四节 建筑装饰金属工程施工组织.....	223
第五节 制定建筑装饰工程施工措施.....	237
第六节 建筑装饰企业的质量管理.....	250
第七节 建筑装饰企业的班组管理.....	265
参考文献	294

第一章 金属装饰材料

建筑是技术与艺术完美结合的产物，人们常称建筑为凝固的音乐，而建筑装饰材料则是凝固乐章中的一个个音符。将每一个音符有效、科学、合理地运用，使建筑这个凝固的音乐能达到美化环境、陶冶情操、满足功能的目的，是装饰设计人员、施工人员的职责和愿望。

建筑装饰是一门复杂的综合学科，它不仅涉及建筑学、社会学、民俗学、心理学、人体工程学、土木工程、建筑物理、建筑材料、建筑力学、建筑施工等学科，而且也涉及工艺美术、环境保护、家具陈设、绿化美化、形体设计、造园艺术等领域。因此，建筑装饰是集建筑风格、民族文化、建筑结构、装饰材料、美学、心理学等多门科学于一体的综合技术，建筑装饰设计是对建筑设计的继续、深化和发展。

近二十年来，随着人们对物质和精神需求的不断增长，我国现代装饰材料迅猛发展，其种类繁多、琳琅满目。在各类建筑装饰材料中，以各种金属作为建筑装饰材料，在我国有着源远流长的光荣历史。例如，北京颐和园和泰安岱庙中的铜亭，泰山顶上的铜殿，云南昆明的金殿，西藏布达拉宫金碧辉煌的装饰等都是古代留下的光辉典范。现代则有金色的五角星闪耀在纪念性建筑物的塔尖上，民间则有紫铜屋面，现代建筑中有光彩夺目的铝合金门窗及其他金属装饰材料。这是因为金属装饰材料具有独特的性能、光泽和颜色，作为建筑装饰材料，显得庄重华贵、五彩缤纷，并且经久耐用，冠于其他各类建筑装饰材料。

第一节 建筑装饰钢材

一、建筑装饰钢材

钢材是以铁为主要元素，含碳量一般在2%以下，并含有其他少量元素的材料。

建筑装饰钢材是钢材中的重要组成部分，是建筑装饰工程中应用最广泛、最重要的建筑装饰材料之一。钢材是在严格的技术条件下生产的材料，它的优点和特性主要表现在以下几个方面：一是材质比较均匀，性能比较可靠；二是具有较高的强度和较好的塑性与韧性，可承受各种性质的荷载；三是具有优良的可加工性，可制成各种型材；四是可按照设计制成各种形状，具有较好的可塑性。

建筑装饰钢材是指用于建筑装饰工程中的各种钢材。例如，用于建筑工程中的各种型钢、钢板、钢筋、钢丝、钢绞线等；用于装饰工程中的普通不锈钢及制品、彩色不锈钢板、彩色涂层钢板、彩色压型钢板、钢门帘板、轻钢龙骨等。

钢材的分类方法很多，主要有：按冶炼方法不同分类、按化学成分不同分类、按钢材的质量不同分类和按钢板的用途不同分类等。

(1) 按冶炼方法不同分类 钢材按冶炼方法不同，可分为平炉钢、氧气转炉钢、空气转炉钢和电炉钢。

① 平炉钢。平炉钢是以固态或液态生铁、适量铁矿石和废钢作为主要原料，用煤气或重油作为燃料，进行冶炼而制得的钢。平炉钢冶炼的时间较长，去除杂质比较彻底，钢材的质量高，但成本较高。平炉主要用于冶炼优质碳素钢、合金钢及其他有特殊要求的专用钢。

② 氧气转炉钢。氧气转炉钢是由炉顶向炉内吹入氧气，使熔融铁水中的碳和硫等有害杂质被氧化除去，从而得到比较纯净的钢水。氧气转炉炼钢的生产周期较短，生产效率较高，杂

质清除较充分，钢材的质量较好，可以冶炼优质碳素钢和合金钢。

③ 空气转炉钢。空气转炉钢是向冶炼的铁水中吹入空气，以空气中的氧气将铁液中的碳和硫等杂质氧气除去。由于吹炼中较易吸收有害气体氮、氯等，以及冶炼时间短，不易准确控制其成分，所以钢材质量较差。由于空气转炉的设备投资小，冶炼中不需要燃料，冶炼速度较快，所以其成本较低。

④ 电炉钢。电炉钢是用电热进行冶炼的，其原料主要是废钢及铁。电炉熔炼温度可以自由调节，清除杂质比较容易，钢材的质量最好，但冶炼成本也最高。电炉主要用于冶炼优质碳素钢和特殊合金钢。

(2) 按脱氧程度不同分类 按炼钢时的脱氧程度不同，钢材可分为沸腾钢、镇静钢、半镇静钢和特殊镇静钢。

① 沸腾钢。沸腾钢是一种仅用弱脱氧剂进行脱氧，脱氧不完全的钢。由于钢水中残存的 FeO 与 C 化合生成 CO ，其组织不够致密，成分不太均匀，质量比较差，浇铸后在钢液冷却时有大量一氧化碳气体外逸，引起钢液激烈沸腾，因此得名“沸腾钢”。但其生产效率高、产量高、价格较低。沸腾钢的代号一般用“F”表示。

② 镇静钢。镇静钢是一种用必要数量的硅、锰和铝等脱氧剂进行脱氧，而且脱氧程度比较完全的钢材。这种钢材脱氧充分，组织致密，成分均匀，性能稳定，质量较好，在铸锭时钢液能平静地冷却凝固。与沸腾钢相比，其低温抗冲击韧性更为突出，是建筑装饰工程中首选的优质钢材。由于生产率较低，因此成本较高，适用于承受振动冲击荷载或重要的焊接钢结构中。镇静钢的代号一般用“Z”表示。

③ 半镇静钢。半镇静钢的脱氧程度是一种介于沸腾钢和镇静钢之间的钢材，钢材质量较好，价格适中，用途比较广泛，是建筑装饰工程中用量较大的一种钢材。半镇静钢的代号一般用“B”表示。

④ 特殊镇静钢。特殊镇静钢是一种脱氧程度比镇静钢更加充分彻底的钢材，钢材质量最好，但生产周期较长，价格比镇静钢还高，所以在建筑工程中很少应用。特殊镇静钢的代号一般用“TZ”表示。

(3) 按化学成分不同分类 GB/T 13304—91《钢分类》推荐的分类方法有两种，其一是按化学成分，其二是按主要质量等级。按化学成分不同分类，钢材可分为碳素钢和合金钢两大类。

① 碳素钢。碳素钢是以铁碳为主要成分的合金钢材，而其中碳对合金性质起决定性影响的钢称为碳素钢，其碳含量在 $0.02\% \sim 2.00\%$ 范围。

按碳含量的不同，碳素钢又可分为低碳钢（其碳含量小于 0.25% ）、中碳钢（其碳含量为 $0.25\% \sim 0.60\%$ ）和高碳钢（其碳含量为 $0.60\% \sim 2.00\%$ ）3种。其碳含量越高，强度越大，但钢材的韧性和可焊性变差。

② 合金钢。碳素钢中的碳含量高其强度虽然大，但其韧性变低，因此碳素钢不能强度和韧性优良性能兼得。为改善这一状况，并为其达到其他某些性能的要求，可在炼钢过程中加入合金元素。常用的合金元素有硅（Si）、锰（Mn）、钛（Ti）、钒（V）、铌（Nb）、铬（Cr）、镍（Ni）等。

按合金元素总含量不同，合金钢又可分为低合金钢（合金元素总含量小于 5% ）、中合金钢（合金元素总含量 $5\% \sim 10\%$ ）和高合金钢（合金元素总含量大于 10% ）。

(4) 按钢材的质量不同分类 按钢材的质量不同分类，实质上是根据钢材中最有害杂质磷（P）和硫（S）含量多少进行分类，可分为普通钢、优质钢、高级优质钢和特级优质钢4种。

① 普通钢。按国家有关标准规定，普通钢中磷含量小于 0.045% ，硫含量小于 0.050% 。

② 优质钢。按国家有关标准规定，优质钢中磷含量小于 0.035% ，硫含量小于 0.035% 。

③ 高级优质钢。按国家有关标准规定，高级优质钢中磷含量

小于 0.025%，硫含量小于 0.025%。

④ 特级优质钢。按国家有关标准规定，特级优质钢中磷含量小于 0.025%，硫含量小于 0.015%。

(5) 按钢材的用途不同分类 按钢材的用途不同进行分类，一般可以分为建筑钢、结构钢（如碳素钢、合金钢）、工具钢（如碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢）和特殊性能钢（如不锈钢、耐酸钢、耐热钢等）。

二、建筑装饰钢材的标准与选用

建筑装饰工程中常用的钢材，主要是结构用钢，其又可分为碳素结构钢和低合金高强度结构钢。

1. 碳素结构钢

(1) 牌号及其表示方法 GB 700—88《碳素结构钢》中的规定，此类钢的牌号由代表屈服点字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法等部分按顺序组成。其中，以“Q”代表屈服点，屈服点数值可分为 195MPa、215MPa、235MPa、255MPa 和 275MPa 五种；质量等级以硫、磷等杂质含量由多到少，分别由字母 A、B、C、D 表示；冶炼脱氧程度，以 F 表示沸腾钢、b 表示半镇静钢、Z 表示镇静钢、TZ 表示特殊镇静钢。当钢材为镇静钢或特殊镇静钢时，符号“Z”和“TZ”可予以省略。例如，Q235A·F，表示该种钢材的屈服点为 235MPa 的 A 级沸腾碳素结构钢，其碳含量为 0.14%~0.22%，锰含量为 0.35%~0.65%，硅含量为不大于 0.30%，硫含量不大于 0.050%，磷含量不大于 0.045%。

(2) 技术要求 根据国家标准规定，碳素结构钢的牌号和化学成分，应符合表 1.1 中的要求；碳素结构钢的力学性能应符合表 1.2 中的要求；碳素结构钢的工艺性能（冷弯性能），应符合表 1.3 中的要求。

(3) 碳素结构钢的选用 钢材的选用一方面要根据钢材的质量、性能及相应的标准；另一方面要根据工程使用条件对钢材性能的要求。

表 1.1 碳素结构钢的化学成分 (GB 700—88)

牌 号	等 级	化 学 成 分 / %					脱 氧 方 法
		C	Mn	Si	S	P	
				不 大 于			
Q195	—	0.06~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.14~0.22	0.35~0.65Φ	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12~0.20	0.30~0.70Φ		0.045		
	C	≤0.18	0.35~0.80		0.040	0.040	Z
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050	0.045	Z
	B				0.045		
Q275	—	0.28~0.38	0.50~0.80	0.35	0.050	0.040	Z

① Q235A、Q235B 级沸腾钢锰含量上限为 0.60%。

表 1.2 碳素结构钢的力学性能 (GB 700—88)

牌 号		质 量 等 级	拉 伸 试 验										冲击试验		
			抗拉强度 /(N/mm ²)						温度 /℃						冲击功/J
			≤16	>16~40	>40~60	>60~100	>100~140	>150	≥						
Q195	—	195	185	—	—	—	—	33	32	—	—	—	—	—	
Q215	A	215	205	195	185	175	165	31	30	29	28	27	26	—	
	B												20	27	
Q235	A													—	
	B	235	225	215	205	195	185	26	25	24	23	22	21	20	
	C												0	27	
	D												—20		
Q255	A	255	245	235	225	215	205	24	23	22	21	20	19	—	
	B												20	27	
Q275	—	275	265	255	245	235	225	20	19	18	17	16	15	—	

表 1.3 碳素结构钢的工艺性能 (GB 700—88)

钢材牌号	试样方向	冷弯试验 $B=2a, 180^\circ$		
		钢材厚度(直径)/mm		
		≤ 60	$> 60 \sim 100$	$> 100 \sim 200$
		弯心直径 d		
Q195	纵	0	—	—
	横	$0.5a$	—	—
Q215	纵	$0.5a$	$1.5a$	$2.0a$
	横	$1.0a$	$2.0a$	$2.5a$
Q235	纵	$1.0a$	$2.0a$	$2.5a$
	横	$1.5a$	$2.5a$	$4.0a$
Q255	—	$2.0a$	$3.0a$	$3.5a$
Q275	—	$2.0a$	$3.0a$	$4.5a$

注: B 为试样的宽度; a 为钢材厚度(直径)。

国家标准 (GB 700—88) 将碳素结构钢分为五个牌号, 每个牌号又分为不同的质量等级。一般来讲, 钢材牌号数值越大, 碳含量越高, 其强度和硬度也就越高, 但其塑性、韧性降低。平炉钢和氧气转炉钢的质量均较好, 硫、磷含量低的 D、C 级钢质量优于 B、A 级钢的质量, 特殊镇静钢、镇静钢质量优于半镇静钢, 更优于沸腾钢, 但质量好的钢成本较高。

工程结构的荷载类型、焊接情况及环境温度等条件, 对钢材性能有不同的要求, 选用钢材时必须满足。一般情况下, 沸腾钢在上述情况下是限制使用的:

- ① 在直接承受动荷载的焊接结构;
- ② 非焊接结构而计算温度等于或低于 -20°C ;
- ③ 受静荷载及间接动荷载作用, 而计算温度等于或低于 -30°C 时的焊接结构。

建筑装饰钢结构中, 主要应用的是 Q235, 即用 Q235 轧成的各种型材、钢板和管材。Q235 钢材的强度、韧性和塑性以及可加工等综合性能较好, 且冶炼方便、成本较低。由于 Q235D 钢材含有足够的形成细粒结构的元素, 同时对硫、磷元素控制比较严格,

其冲击韧性好，抵抗振动、冲击荷载的能力强，尤其在一定负温条件下，较其他牌号更为合理。但 Q235A 钢材一般仅适用于承受静荷载作用的结构。

Q215 钢材强度低、塑性大、受力产生变形大，经冷加工后可代替 Q235 钢材使用。

Q275 钢材虽然强度很高，但塑性较差，有时轧成带肋钢筋用于钢筋混凝土中，很少用于装饰工程。

2. 低合金高强度结构钢

(1) 牌号及其表示方法 我国按照“多元少量”的原则，发展了硅钒系、硅钛系、硅锰系等低合金高强度结构钢。根据《低合金高强度结构钢》(GB 1591—94) 规定，共分为 Q295、Q345、Q390、Q420 和 Q460 五个牌号。所加元素主要有锰、硅、钒、钛、铌、铬、镍及稀土元素。其牌号的表示方法由屈服点字母 Q、屈服点数值、质量等级（分 A、B、C、D、E 五级）三部分组成。

(2) 技术要求 低合金高强度结构钢比相同碳含量的普通碳素结构钢，具有更高的屈服点和抗拉强度。用低合金高强度结构钢代替普通碳素结构钢，不仅可以节约钢材 20%~30%，而且还具有良好的塑性、冷加工性、可焊性、耐腐蚀性和较高的低温冲击韧性。

低合金高强度结构钢之所以具有以上优良性能，是因为掺加了适量的合金元素，改善了钢材的某些性能。因此，对其化学成分要求比较严格。低合金高强度结构钢的化学成分，见表 1.4；低合金高强度结构钢的力学性能，见表 1.5。

(3) 低合金高强度结构钢的应用 合金元素加入钢材后，改变了其原来钢的组织 and 性能。以碳含量相近的 18Nb 或 16Mn 与碳素结构钢 Q235 相比，屈服点提高了约 32%，同时仍具有良好的塑性、冲击韧性、可焊性、耐蚀性及耐低温性等优点。

钢材进行合金化，一般是利用铁矿石或废钢中原有的合金元素（如铌、铬等）；或者加入一些廉价的合金元素（如硅、锰等）；有

表 1.4 低合金高强度结构钢的化学成分

牌 号	等 级	化 学 成 分 / %										
		C ≤	Mn	Si	P ≤	S ≤	V	Nb	Ti	Al ≥	Cr ≤	Ni ≤
Q295	A	0.16	0.8~1.5	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	—	—	—
	B	0.16	0.8~1.5	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	—	—	—
Q345	A	0.20	1.0~1.6	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	—	—	—
	B	0.20	1.0~1.6	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	—	—	—
	C	0.20	1.0~1.6	0.55	0.035	0.035	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	—	—
	D	0.18	1.0~1.6	0.55	0.030	0.030	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	—	—
	E	0.18	1.0~1.6	0.55	0.025	0.025	0.02~0.15	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	—	—
Q390	A	0.20	1.0~1.6	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	B	0.20	1.0~1.6	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	C	0.20	1.0~1.6	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	D	0.20	1.0~1.6	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	E	0.20	1.0~1.6	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
Q420	A	0.20	1.0~1.7	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	B	0.20	1.0~1.7	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	C	0.20	1.0~1.7	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	D	0.20	1.0~1.7	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	E	0.20	1.0~1.7	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
Q460	C	0.20	1.0~1.7	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	D	0.20	1.0~1.7	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	E	0.20	1.0~1.7	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.06	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70

注：表中的 Al 为全铝含量。如化验酸溶铝时，其含量应不小于 0.010%。

表 1.5 低合金高强度结构钢的力学性能 (GB 1591—94)

牌 号	质 量 等 级	屈服点/MPa					抗拉强度 /MPa	伸 长 率	冲击功(纵向)/J				180°弯曲试验 d—弯心直径 a—试件厚度(直径) 钢材厚度(直径) /mm
		厚度(直径、边长)/mm							+20℃	0℃	-20℃	-40℃	
		≤15	>16~35	>35~50	>50~100	≥							
Q295	A	295	275	255	235	390~570	23					≤16	>16~100
	B	295	275	255	235	390~570	23	34				d=2a d=2a	d=3a d=3a
	A	345	325	295	275	470~630	21					d=2a	d=3a
	B	345	325	295	275	470~630	21					d=2a	d=3a
	C	345	325	295	275	470~630	22	34				d=2a	d=3a
Q345	D	345	325	295	275	470~630	22		34			d=2a	d=3a
	E	345	325	295	275	470~630	22			34	27	d=2a	d=3a
	A	390	370	350	330	490~650	19					d=2a	d=3a
	B	390	370	350	330	490~650	19	34				d=2a	d=3a
	C	390	370	350	330	490~650	20	34				d=2a	d=3a
Q390	D	390	370	350	330	490~650	20		34			d=2a	d=3a
	E	390	370	350	330	490~650	20			34	27	d=2a	d=3a
	A	420	400	380	360	520~680	18					d=2a	d=3a
	B	420	400	380	360	520~680	18	34				d=2a	d=3a
	C	420	400	380	360	520~680	19		34			d=2a	d=3a
Q420	D	420	400	380	360	520~680	19			34		d=2a	d=3a
	E	420	400	380	360	520~680	19				27	d=2a	d=3a
	C	460	440	420	400	550~720	17					d=2a	d=3a
	D	460	440	420	400	550~720	17		34			d=2a	d=3a
	E	460	440	420	400	550~720	17			34	27	d=2a	d=3a