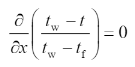
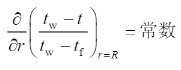
管内流体受迫流动时，若流体温度与管壁温度不同，那么从管入口段开始将形成热边界层，并随管长随径向不断增厚，直到边界层厚度等于管半径R，边界层闭合在一起，即为热入口段，在该段内管中心部分的流体不参与换热，它的温度等于进口处流体的温度；流体温度的变化全部集中在近壁处的热边界层内。热入口段之后为热充分发展段。在热充分发展段流体全部参与换热，尽管管截面上的流体温度分布仍随轴向变化，但截面上的无量纲温度分布已不再随轴向距离变化，即



（其中，t为轴向截面上任一点的温度

tf为轴向截面流体的平均温度

tw为轴向处的管壁温度



上式表明，常物性流体在管内受迫层流或湍流换热时，热充分发展段的表面传热系数将保持不变，不再随轴向变化，对常壁温和常热流两种热边界均是如此。[[1]](#footnote-1)

如果边界层中出现湍流，由于入口段的热边界层较薄，局部对流传热系数比充分发展段的高，随着入口的深入，边界层逐渐发展，假象膜厚度增加，对流传热系数逐渐降低。降低到一定程度后，如果边界层中出现湍流，则湍流的扰动和混合作用会使假象膜厚度减小，进而使局部对流传热系数有所提高，再逐渐趋向一定值，如题中的图所示。

1. 《管内强制对流传热的实验关联式》，何燕 孟祥文 张晓光，2016，北京：化学工业出版社。 [↑](#footnote-ref-1)